Thiết bị điện
Thiết bị điện

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THIẾT BỊ ĐIỆN

Thiết bị điện được đề cập ở đây là các loại thiết bị làm các nhiệm vụ: đóng cắt, điều khiển, điều chỉnh, bảo vệ, chuyển đổi, khống chế và kiểm tra mọi sự hoạt động của hệ thống lưới điện và các loại máy điện. Ngoài ra thiết bị điện còn được sử dụng để kiểm tra, điều chỉnh và biến đổi đo lường nhiều quá trình không điện khác.

Thiết bị điện là một loại thiết bị đang được sử dụng rất phổ biến có mặt trong hầu hết các lãnh vực sản xuất của nền kinh tế, từ các nhà máy điện, trạm biến áp, hệ thống truyền tải điện, đến các máy phát và động cơ điện trong các xí nghiệp công nghiệp, nông nghiệp, giao thông,... và trong cả lãnh vực an ninh quốc phòng.

Thiết bị điện sử dụng ở nước ta hiện nay được nhập từ rất nhiều nước, rất nhiều hãng sản xuất khác nhau và đủ các thế hệ. Có cả các thiết bị đã có thời gian sử dụng 40 đến 50 năm, rất lạc hậu và các thiết bị rất hiện đại mới nhập. Chính vì vậy các quy cách không thống nhất, gây khó khăn cho vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa. Do qúa nhiều chủng loại thiết bị điện với các tiêu chuẩn kĩ thuật rất khác nhau, nên trong sử dụng hiện nay nhiều khi không sử dụng hết tính năng và công suất của thiết bị hoặc sử dụng không đúng gây hư hỏng nhiều, làm thiệt hại không nhỏ cho nền kinh tế. Chính vì vậy việc đào tạo và cập nhập nâng cao kiến thức về thiết bị điện đặc biệt là các thiết bị mới cho các cán bộ kĩ thuật quản lí và vận hành thiết bị điện là một đòi hỏi rất cấp thiết. Giáo trình này nhằm trang bị những lí luận cơ bản, để hiểu nguyên lí làm việc, đặc điểm cấu tạo các loại thiết bị điện thường dùng trong tự động truyền động, trong hệ thống điện và trong các lĩnh vực điều khiển máy điện,...nhằm giúp sinh viên các ngành năng lượng khi ra trường có thể lựa chọn, vận hành, sửa chữa, cải tiến thiết bị điện hoặc một số bộ phận của thiết bị điện, đặc biệt cung cấp những kiến thức làm cơ sở để tiếp cận các thiết bị hiện đại.

Phân loại thiết bị điện

Để thuận lợi cho việc nghiên cứu, vận hành sử dụng và sửa chữa thiết bị điện người ta thường phân loại như sau:

a) Phân theo công dụng

+ Thiết bị điện khống chế: dùng để đóng cắt, điều chỉnh tốc độ chiều quay của các máy phát điện, động cơ điện (như cầu dao, áp tô mát, công tắc tơ,...).

+ Thiết bị điện bảo vệ: làm nhiệm vụ bảo vệ các động cơ, máy phát điện, lưới điện khi có quá tải, ngắn mạch, sụt áp,...(như rơle, cầu chì, máy cắt,...).

+ Thiết bị điện tự động điều khiển từ xa: làm nhiệm vụ thu nhận phân tích và khống chế sự hoạt động của các mạch điện như khởi động từ,...

+ Thiết bị điện hạn chế dòng ngắn mạch (như điện trở phụ, cuộn kháng,...).

+ Thiết bị điện làm nhiệm vụ duy trì ổn định các tham số điện (như ổn áp, bộ tự động điều chỉnh điện áp máy phát,...)

+ Thiết bị điện làm nhiệm vụ đo lường (như máy biến dòng điện, biến áp đo lường,...).

b) Phân theo tính chất dòng điện

+ Thiết bị điện dùng trong mạch một chiều.

+ Thiết bị điện dùng trong mạch xoay chiều.

c) Phân theo nguyên lí làm việc

Thiết bị điện loại điện từ, điện động, cảm ứng, có tiếp điểm, không có tiếp điểm,...

d) Phân theo điều kiện làm việc

+ Loại làm việc vùng nhiệt đới khí hậu nóng ẩm, loại ở vùng ôn đới, có loại chống được khí cháy nổ, loại chịu rung động,...

e) Phân theo cấp điện áp có

+ Thiết bị điện hạ áp có điện áp dưới 3kV.

+ Thiết bị điện trung áp có điện áp từ 3kV đến 36 kV.

+ Thiết bị điện cao áp có điện áp từ 36kV đến nhỏ hơn 400 kV.

+ Thiết bị điện siêu cao áp có điện áp từ 400 kV trở lên.

Các yêu cầu cơ bản của thiết bị điện

- Phải đảm bảo sử dụng được lâu dài đúng tuổi thọ thiết kế khi làm việc với các thông số kỹ thuật ở định mức.

- Thiết bị điện phải đảm bảo ổn định lực điện động và ổn định nhiệt độ khi làm việc bình thường, đặc biệt khi sự cố trong giới hạn cho phép của dòng điện và điện áp.

- Vật liệu cách điện chịu được quá áp cho phép.

- Thiết bị điện phải đảm bảo làm việc tin cậy, chính xác an toàn, gọn nhẹ, dễ lắp ráp, dễ kiểm tra, sửa chữa.

- Ngoài ra còn yêu cầu phải làm việc ổn định ở điều kiện khí hậu môi trường mà khi thiết kế đã cho phép.

Hồ quang điện
Trình bày về Hồ quang điện

ĐẠI CƯƠNG VỀ HỒ QUANG ĐIỆN

Khái niệm chung

Hồ quang điện thực sự có ích khi được sử dụng trong các lĩnh vực như hàn điện, luyện thép,...những lúc này hồ quang cần được duy trì cháy ổn định.

KAUAUThUKE[V]EKEthEAVùng KVùng thân Vùng Alhq[m]I Uhql50mm2000 2 4 6 8 10 12 50100150200Nhưng trong các thiết bị điện như cầu chì, cầu dao, máy cắt,...hồ quang lại có hại cần phải nhanh chóng được loại trừ. Khi thiết bị điện đóng, cắt (đặc biệt là khi cắt) hồ quang phát sinh giữa các cặp tiếp điểm của thiết bị điện khiến mạch điện không được ngắt dứt khoát. Hồ quang cháy lâu sau khi thiết bị điện đã đóng cắt sẽ làm hư hại các tiếp điểm và bản thân thiết bị điện. Trong trường hợp này để đảm bảo độ làm việc tin cậy của thiết bị điện yêu cầu phải tiến hành dập tắt hồ quang càng nhanh càng tốt.

$$B = \int_0^l \frac{(l-y)\mathrm{dy}}{\sqrt{(l-y)^2+a^2}} \text{tæång tæû âàût u = l - y;}$$

$$\text{du = -dy} \Rightarrow$$

$$\text{khi y} = 0 \rightarrow \text{u} = l$$

$$\text{khi y = l} \rightarrow \text{u} = 0$$

a)b)

{

Hình 1-1: a) Hồ quang một chiều; b) Đặc tính

Bản chất của hồ quang điện là hiện tượng phóng điện với mật độ dòng điện rất lớn (tới khoảng 104 đến 105 A/cm2), có nhiệt độ rất cao (tới khoảng 5000 ¸ 60000C) và điện áp rơi trên cực âm bé (chỉ khoảng 10 ¸20V) và thường kèm theo hiện tượng phát sáng. Sự phân bố của điện áp và cường độ điện trường dọc theo chiều dài hồ quang được biểu diễn trên hình 1-1a.

Dọc theo chiều dài hồ quang được chia làm ba vùng là: vùng xung quanh cực âm (cách cực âm khoảng 10-4 đến 10-5cm) vùng này tuy điện áp nhỏ chỉ 8 đến 10V nhưng khoảng cách cũng rất bé nên cường độ điện trường rất lớn cỡ 105 đến 106 V/cm. Còn vùng có chiều dài gần hết hồ quang là vùng thân, vùng này có cường độ điện trường chỉ khoảng 10 đến 50 V/cm. Vùng còn lại còn được gọi là vùng cực dương có cường độ điện trường lớn hơn vùng thân nhưng các yếu tố xảy ra ở đây theo các lí thuyết hiện đại thì ít ảnh hưởng đến quá trình phát sinh và dập hồ quang nên không được đề cập.

Đặc tính u(i) của hồ quang một chiều có thể biểu điễn theo công thức Kapzow có dạng:

uhq = a+ bl + $\frac{c+dl}{i^n}$

Với: a, b, c, d là các hằng số phụ thuộc vật liệu làm tiếp điểm và các yếu tố bên ngoài (ví dụ tiếp điểm đồng có a= 30; b=17; c=41; d=33). Có n là số mũ, phụ thuộc vào nhiệt độ vật liệu dương cực, theo thực nghiệm thường lấy n = 2,62.T.10-4, trong đó T là nhiệt độ của vật liệu dương cực.

Đặc tính u(i) với l là chiều dài hồ quang có dạng hypécbôn như hình 1-1b.

Qúa trình phát sinh và dập tắt hồ quang

Quá trình phát sinh

Hồ quang điện phát sinh là do môi trường giữa các điện cực (hoặc giữa các cặp tiếp điểm) bị ion hóa (xuất hiện các hạt dẫn điện). Ion hóa có thể xảy ra bằng các con đường khác nhau dưới tác dụng của ánh sáng, nhiệt độ, điện trường mạnh,.... Trong thực tế quá trình phát sinh hồ quang điện có những dạng ion hóa sau:

- Quá trình phát xạ điện tử nhiệt; Quá trình tự phát xạ điện tử.

- Quá trình ion hóa do va chạm.

- Quá trình ion hóa do nhiệt .

Sự phát xạ điện tử nhiệt

Điện cực và tiếp điểm chế tạo từ kim loại, mà trong cấu trúc kim loại luôn tồn tại các điện tử tự do chuyển động về mọi hướng trong quỹ đạo của cấu trúc hạt nhân nguyên tử. Khi tiếp điểm bắt đầu mở ra lực nén vào tiếp điểm giảm dần khiến điện trở tiếp xúc tăng lên chỗ tiếp xúc dòng điện bị thắt lại mật độ dòng tăng rất lớn làm nóng các điện cực (nhất là ở cực âm nhiều e). Bị đốt nóng, động năng của các điện tử tăng nhanh đến khi công nhận được lớn hơn công thoát liên kết hạt nhân thì điện tử sẽ thoát ra khỏi bề mặt cực âm trở thành điện tử tự do. Quá trình này được gọi là phát xạ điện tử nhiệt.

Sự tự phát xạ điện tử

Khi tiếp điểm hay điện cực vừa mở ra lúc đầu khoảng cách còn rất bé dưới tác dụng của điện áp nguồn ngoài thì cường độ điện trường rất lớn, nhất là vùng cực âm có khoảng cách nhỏ có thể tới hàng triệu V/ cm. Với cường độ điện trường lớn ở cực âm một số điện tử có liên kết yếu với hạt nhân trong cấu trúc sẽ bị kéo bật ra khỏi bề mặt ca tốt trở thành các điện tử tự do, hiện tượng này gọi là tự phát xạ điện tử. Khi có điện tử tự phát xạ và phát xạ điện tử nhiệt năng lượng được giải phóng rất lớn làm nhiệt độ khu vực hồ quang tăng cao và phát sáng, đặc biệt khi cắt mạch ở điện áp cao và có dòng tải lớn thì hồ quang cháy và phát sáng rất mãnh liệt.

Ion hóa do va chạm

Sau khi tiếp điểm mở ra, dưới tác dụng của nhiệt độ cao hoặc của điện trường lớn (mà thông thường là cả hai) thì các điện tử tự do sẽ phát sinh chuyển động từ cực dương sang cực âm. Do điện trường rất lớn nên các điện tử chuyển động với tốc độ rất cao. Trên đường đi các điện tử này bắn phá các nguyên tử và phân tử khí sẽ làm bật ra các điện tử và các ion dương. Các phần tử mang điện này lại tiếp tục tham gia chuyển động và bắn phá tiếp làm xuất hiện các phần tử mang điện khác. Do vậy mà số lượng các phần tử mang điện tăng lên không ngừng, làm mật độ điện tích trong khoảng không gian giữa các tiếp điểm rất lớn, đó là quá trình ion hóa do va chạm.

Ion hóa do nhiệt

Do có các quá trình phát xạ điện tử và ion hóa do va chạm, một lượng lớn năng lượng được giải phóng làm nhiệt độ vùng hồ quang tăng cao và thường kèm theo hiện tượng phát sáng. Nhiệt độ khí càng tăng thì tốc độ chuyển động của các phần tử khí càng tăng và số lần va chạm do đó cũng càng tăng lên. Khi tham gia chuyển động cũng có một số phần tử gặp nhau sẽ kết hợp lại phân li thành các nguyên tử. Các nguyên tử khuếch tán vào môi trường xung quanh, gặp nhiệt độ thấp sẽ kết hợp lại thành phân tử, hiện tượng này gọi là hiện tượng phân li (phản ứng phân li thu nhiệt làm giảm nhiệt độ của hồ quang, tạo điều kiện cho khử ion). Còn lượng các ion hóa tăng lên do va chạm khi nhiệt độ tăng thì gọi đó là lượng ion hóa do nhiệt. Nhiệt độ để có hiện tượng ion hóa do nhiệt cao hơn nhiều so với nhiệt độ có hiện tượng phân li. Ví dụ không khí có nhiệt độ phân li khoảng 40000K còn nhiệt độ ion hóa khoảng 80000K.

Tóm lại, hồ quang điện phát sinh là do tác dụng của nhiệt độ cao và cường độ điện trường lớn sinh ra hiện tượng phát xạ điện tử nhiệt và tự phát xạ điện tử và tiếp theo là quá trình ion hóa do va chạm và ion hóa do nhiệt. Khi cường độ điện trường càng tăng (khi tăng điện áp nguồn), nhiệt độ càng cao và mật độ dòng càng lớn thì hồ quang cháy càng mãnh liệt. Quá trình có thoát năng lượng hạt nhân nên thường kèm theo hiện tượng phát sáng chói lòa. Nếu tăng áp lực lên môi trường hồ quang thì sẽ giảm được tốc độ chuyển động của các phần tử và do vậy hiện tượng ion hóa sẽ giảm.

Quá trình hồ quang tắt

Hồ quang điện sẽ bị dập tắt khi môi trường giữa các điện cực không còn dẫn điện hay nói cách khác hồ quang điện sẽ tắt khi có quá trình phản ion hóa xảy ra mạnh hơn quá trình ion hóa. Ngoài quá trình phân li đã nói trên, song song với quá trình ion hóa còn có các quá trình phản ion gồm hai hiện tượng sau:

Hiện tượng tái hợp

Trong quá trình chuyển động các hạt mang điện là ion dương và điện tử gặp được các hạt tích điện khác dấu là điện tử hoặc ion dương để trở thành các hạt trung hòa (hoặc ít dương hơn). Trong lí thuyết đã chứng minh tốc độ tái hợp tỉ lệ nghịch với bình phương đường kính hồ quang, và nếu cho hồ quang tiếp xúc với điện môi hiện tượng tái hợp sẽ tăng lên. Nhiệt độ hồ quang càng thấp tốc độ tái hợp càng tăng.

Hiện tượng khuếch tán

Hiện tượng các hạt tích điện di chuyển từ vùng có mật độ điện tích cao(vùng hồ quang) ra vùng xung quanh có mật độ điện tích thấp là hiện tượng khuếch tán. Các điện tử và ion dương khuếch tán dọc theo thân hồ quang, điện tử khuếch tán nhanh hơn ion dương. Quá trình khuếch tán đặc trưng bằng tốc độ khuếch tán. Sự khuếch tán càng nhanh hồ quang càng nhanh bị tắt. Để tăng quá trình khuếch tán người ta thường tìm cách kéo dài ngọn lửa hồ quang.

1.2. HỒ QUANG ĐIỆN MỘT CHIỀU

1. Khái niệm chung

Chúng ta khảo sát ở đây một quá trình xuất hiện hồ quang giữa hai điện cực trong một mạch điện một chiều như hình 1-2.

Gọi điện áp nguồn là U0 ,điện trở mạch là R, điện cảm mạch là L và rhq đặc trưng cho điện trở hồ quang với điện áp trên hồ quang là uhq. Theo định luật Kiếc khốp II, ta có phương trình cân bằng điện áp trong mạch khi mở tiếp điểm và hồ quang bắt đầu cháy như sau:

U0 = i.R + uhq + L $\frac{di}{dt}$ (1.1)

Khi hồ quang cháy ổn định thì dòng điện không đổi i=I và có $\frac{di}{dt}$= 0 phương trình cân bằng áp sẽ là : U0 = uR+ uhq = I.R+ I.rhq (1.2)

Các thành phần điện áp trong phương trình (1.1) được thể hiện trên hình 1-2. Với: đường 1-là điện áp nguồn; đường 2- là điện áp rơi trên điện trở R và đường 3- là đặc tính u(i) của hồ quang.

Theo đồ thị các đường đặc tính 2 và 3 giao nhau ở hai điểm A và B. Tại A và B phương trình (1.2) được thỏa mãn, các điểm A, B được gọi là hai điểm cháy của hồ quang .

-Xét tại B: Hồ quang đang cháy nếu vì một lí do nào đó làm dòng điện i tăng lớn hơn IB thì theo đồ thị ta nhận thấy sức điện động tự cảm trên L là L $\frac{di}{dt}$< 0 (ngược chiều dòng tăng) sẽ làm dòng điện i giảm xuống lại IB. Còn ngược lại nếu i giảm nhỏ hơn IB thì L $\frac{di}{dt}$> 0 sẽ làm i tăng trở lại giá trị IB, do vậy điểm B được gọi là điểm hồ quang cháy ổn định.

-Nếu cũng tương tự ta xét tại điểm A, khi hồ quang đang cháy ổn định với i= IA nếu vì một lí do nào đó i giảm nhỏ hơn IA thì L $\frac{di}{dt}$< 0 nên dòng tiếp tục giảm đến 0 và hồ quang tắt. Còn nếu i tăng lớn hơn IA thì trên đặc tính ta thấy L $\frac{di}{dt}$> 0 nên dòng tiếp tục tăng đến IB và hồ quang cháy ổn định tại điểm B, vậy điểm A gọi là điểm hồ quang cháy không ổn định.

2. Điều kiện để dập tắt hồ quang điện một chiều

I[A]U[V]U0123URUhqLdi/dt>0Ldi/dt< 0Ldi/dt< 0I[A]U [V] 3c)a)+-UoRrhqLIb)Hình 1-2: Đặc tính hồ quang một chiều và điều kiện tắtĐể có thể dập tắt được hồ quang điện một chiều cần loại bỏ được điểm hồ quang cháy ổn định (điểm B). Trên đặc tính ta nhận thấy sẽ không có điểm cháy ổn định khi đường đặc tính 3(điện áp trên hồ quang) cao hơn đường đặc tính 2 (là đặc tính điện áp rơi trên điện trở R) như hình 1-2b (tức là hồ quang sẽ tắt khi Uhq> U0- UR). Để nâng cao đường đặc tính 3 thường thực hiện hai biện pháp là tăng độ dài hồ quang(tăng l) và giảm nhiệt độ vùng hồ quang xuống, đặc tính như hình 1-3.

T1T2<T1U [V]b)I[A]U [V]L1L2>L1a)I[A]Hình 1-3: Đặc tính khi kéo dài và giảm nhiệt độ hồ quang

3. Quá điện áp trong mạch điện một chiều

Khi cắt mạch điện một chiều thường xảy ra quá điện áp, khi ở mạch có điện cảm lớn nếu tốc độ cắt càng nhanh thì quá điện áp càng lớn.

Nếu tại thời điểm cắt có I= 0 thì : U0 = L $\frac{di}{dt}$ + uhq , hay ta có:

uhq - U0 = - L $\frac{di}{dt}$ = ΔU (1.3)

DUlà trị số quá điện áp xoay chiều. Trong mạch một chiều làm việc với công suất lớn lại có nhiều vòng dây khi dập hồ quang điện quá điện áp sẽ xảy ra rất lớn có thể gây đánh thủng cách điện và hư hỏng thiết bị. Để hạn chế hiện tượng quá điện áp người ta thường dùng thêm một mạch điện phụ mắc song song với phụ tải. Mạch này có thể là điện trở, điện trở và tụ nối tiếp hoặc một chỉnh lưu mắc ngược.

- i(t)12UchUtU[V] ta)UIUchUtb)Hình 1-4: Đặc tính của hồ quang xoay chiềuHỒ QUANG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Khái niệm chung

Đặc điểm của mạch xoay chiều là trong một chu kì biến thiên dòng điện có hai lần qua trị số i= 0. Khi có hồ quang thì tại thời điểm khi i= 0 quá trình phản ion hóa xảy ra mạnh hơn quá trình ion hóa. Khi i= 0 hồ quang không dẫn điện và đây là thời điểm tốt để dập tắt hồ quang điện xoay chiều.

Khi hồ quang điện xoay chiều đang cháy ta đưa dòng điện và điện áp của hồ quang vào dao động kí ta sẽ được dạng sóng của dòng điện và điện áp hồ quang như hình 1-4.

Dòng điện có dạng sóng gần giống sóng hình sin còn điện áp thì trong một nửa chu kì có hai đỉnh nhọn tương ứng với hai giá trị điện áp cháy (Uch) và điện áp tắt (Ut) của hồ quang điện. Từ dạng sóng thu được trên màn hình dao động kí ta xây dựng được đặc tính Vôn -Am pe (V-A) của hồ quang điện xoay chiều như hình 1-4.

Ta nhận thấy ở thời điểm dòng điện qua trị số 0 nếu điện áp nguồn nhỏ hơn trị số điện áp cháy (Uch) thì hồ quang sẽ tắt. Do vậy quá trình dập hồ quang điện xoay chiều phụ thuộc rất nhiều vào tính chất của phụ tải.

Ta nhận thấy trong mạch có phụ tải điện trở thuần dễ dập hồ quang hơn trong mạch có tải điện cảm, bởi ở mạch thuần trở khi dòng điện qua trị số không (thời gian i=0 thực tế kéo dài khoảng 0,1 ms) thì điện áp nguồn cũng bằng không (trùng pha), còn ở mạch thuần cảm khi dòng bằng không thì điện áp nguồn đang có giá trị cực đại (điện áp vượt trước dòng điện một góc 900).

2. Dập tắt hồ quang điện xoay chiều

Hồ quang điện xoay chiều khi dòng điện qua trị số 0 thì không được cung cấp năng lượng. Môi trường hồ quang mất dần tính dẫn điện và trở thành cách điện. Nếu độ cách điện này đủ lớn và điện áp nguồn không đủ duy trì phóng điện lại thì hồ quang sẽ tắt hẳn. Để đánh giá mức độ cách điện của điện môi vùng hồ quang là lớn hay bé người ta dùng khái niệm điện áp chọc thủng. Điện áp chọc thủng (Uch.t) càng lớn thì mức độ cách điện của điện môi càng cao.

Quá trình dập tắt hồ quang điện xoay chiều không những tùy thuộc vào tương quan giữa độ lớn của điện áp chọc thủng với độ lớn của điện áp hồ quang mà còn phụ thuộc tương quan giữa tốc độ tăng của chúng. Nếu tốc độ tăng điện áp chọc thủng lớn hơn tốc độ phục hồi điện áp nguồn (hình 1-5: đường 1 và đường 2 không giao nhau ở điểm nào) thì hồ quang sẽ tắt hoàn toàn. Trong các thiết bị

điện khi tiếp điểm mở ra khoảng cách tăng dần làm cách điện điện môi tăng dần (đường 1), nửa chu kì sau càng dốc hơn nửa chu kì trước.

I[A]U[V]12150 250VHình 1-5: Điều kiện tắt hồ quang xoay chiều Ngược lại, tốc độ phục hồi điện áp mà nhanh hơn tốc độ tăng của điện áp chọc thủng (làm đường 1 và đường 2 giao nhau) thì hồ quang sẽ cháy lại.

Tóm lại : để dập tắt hồ quang điện xoay chiều hoàn toàn thì ta phải làm sao để độ tăng điện áp chọc thủng (đường 1) vượt cao hơn đỉnh của đường biểu diễn điện áp phục hồi hồ quang (đường 2). Khi điện áp nguồn là1000V thì trong lúc dòng điện qua trị số 0 sau khoảng 0,1 ms mức độ cách điện khu vực này đạt đến giá trị xuyên thủng tức thời khoảng 150 đến 250V.

1.4. QUÁ TRÌNH PHỤC HỒI ĐIỆN ÁP CỦA HỒ QUANG ĐIỆN

1. Khái niệm

Giá trị tức thời của điện áp nguồn xuất hiện giữa các tiếp điểm sau khi đã ngắt mạch trong quá trình quá độ được gọi là điện áp phục hồi.

a) Trong mạch điện một chiều

Tùy thuộc tính chất của tải là điện trở, điện cảm hay điện dung mà điện áp phục hồi cũng khác nhau. Thực tế tồn tại điện dung giữa các dây dẫn khác nhau, dây dẫn với đất hay giữa các bối dây với nhau. Trong mạch khi có cả R, L, C thì điện áp phục hồi tùy theo giá trị điện trở R mà có thể dao động tuần hoàn hay không. Khi mạch R, L, C mà có mắc thêm tụ điện song song với hồ quang thì trước khi dòng điện triệt tiêu tụ đã được nạp và phóng điện trở lại, điện áp phục hồi sẽ dao động tuần hoàn khi R nhỏ.

Nhưng nếu trị số điện trở R lớn sẽ không thể có dao động tuần hoàn được.

b) Trong mạch điện xoay chiều

Nếu hồ quang được dập tắt vĩnh viễn thì quá trình phục hồi điện áp có dạng biến thiên với tần số nhỏ dần về bằng 0. Nếu hồ quang xuất hiện lại thì quá trình phục hồi bị ngắt và điện áp giảm nhanh từ giá trị Uch đến giá trị bé nhất ứng với điện áp rơi trên hồ quang.

Nếu mạch điện có điện trở đủ lớn thì điện áp phục hồi trên tiếp điểm khi có hồ quang sẽ không còn xuất hiện lại (có dạng không tuần hoàn). Ở mạch điện xoay chiều thì tần số điện áp nguồn fnguồn thông thường rất thấp so với tần số dao động riêng của mạch có L và C.

$f_{\text{nguŠšn}} << \frac{1}{2\tilde{O}.\sqrt{L.C}} = (100¸10.000)[\text{Hz}]$ (1.4)

Giá trị bé nhất phù hợp với lưới có điện áp cao. Quá trình phục hồi điện áp xảy ra ở hai trường hợp giới hạn sau :

+ Ngắt mạch cảm ứng lớn ($\phi \approx 90^0$) thường xảy ra khi ngắn mạch.

+ Ngắt mạch thuần điện trở ($\phi \approx 0^0$).

Trên hình 1-6a biểu diễn trường hợp phụ tải thuần điện cảm ($\phi \approx 90^0$) điện áp phục hồi không tuần hoàn, kết quả là : $U_{\text{ph max}} \leq E_{max}$. Hình 1-6b điện áp phục hồi dao động (tuần hoàn) và trên thực tế

$U_{\text{ph max}} \leq 2.E_{max}$. Trên hình 1-6c là trường hợp phụ tải điện trở ($\phi \approx 0^0$), khi đó dòng điện và sức điện động nguồn e(t) trùng pha nhau, chúng đồng thời qua giá trị 0, điện áp phục hồi sẽ bằng 0.

Kết quả là mạch thuần điện trở, hồ quang dễ bị dập tắt vĩnh viễn hơn là mạch điện cảm. Từ đó giải thích khi thử nghiệm thiết bị điện đóng mở mạch dòng xoay chiều cần phải thực hiện trong mạch có hệ số công suất cosϕ thấp $(\cos\phi \leq 0.2)$.

e(t)i(t)ut tUphmEm =90 Le(t)i(t)ut tUm=2EmEm =90 LUphm =0 e(t)i(t)ut tRe(t)i(t)ut tCi=0 =90 d)c) b)a)Hình 1-6: Các đường đặc tính điện áp phục hồi sau khi cắt mạch trong cáctrường hợp: a,b) phụ tải điện cảm, c)phụ tải điện trở , d)phụ tải dung Trên hình 1-6d biểu diễn điện áp phục hồi khi ngắt mạch đường dây không tải.

2. Năng lượng hồ quang

a) Dòng một chiều

Đặc tính dập tắt hồ quang phụ thuộc vào năng lượng hồ quang. Năng lượng hồ quang dòng một chiều tính theo :

$$W_{\text{hq}}=\text{L}\frac{I^2}{2}+\int_0^t (U-R.i).i.\text{dt (1.5)}$$

Từ phương trình thấy rằng toàn bộ năng lượng $\frac{L.I^2}{2}$ đã tích lũy trong mạch trước lúc ngắt cộng với năng lượng nguồn sau khi đã bớt phần năng lượng tổn hao trên điện trở R nằm trong mạch chính là năng lượng hồ quang (Whq).

Do vậy ở mạch một chiều, điện cảm của mạch càng lớn thì năng lượng hồ quang sẽ càng lớn, khi đó hồ quang sẽ khó dập tắt.

b) Dòng điện xoay chiều

Hồ quang xoay chiều dập tắt lúc i = 0, do đó năng lượng điện từ xem như bằng 0 và ta có :

$$W_{\text{hq}} = \int_0^{\text{t}=\frac{n.\pi}{\omega}} \text{(u-R.}i)i.\text{dt. (1.6)}$$

Với n là số lượng bán chu kì trong khoảng thời gian cháy của hồ quang. Kết quả là ở dòng xoay chiều thì năng lượng hồ quang là năng lượng nguồn trừ bớt đi phần tổn hao tác dụng. Khác với dòng một chiều toàn bộ năng lượng được đưa trở về nguồn. Nếu dòng điện được ngắt trước lúc đi qua trị số 0 thì một phần của năng lượng từ sẽ không đưa về nguồn mà cung cấp cho hồ quang. Do đó đứng trên quan điểm năng lượng mà xét thì ngắt mạch dòng xoay chiều dễ dàng hơn ngắt mạch dòng một chiều cùng một công suất.

Đồng thời ta còn thấy muốn giảm năng lượng hồ quang (một chiều và xoay chiều) thì phải cần giảm thời gian đốt cháy của hồ quang.

3. Công thức qui ước về công suất ngắt

Để đặc trưng cho khả năng ngắt lớn nhất của thiết bị đóng mở mạch, người ta đưa vào khái niệm công suất ngắt (Sngắt) được xác định theo qui ước theo công thức sau :

$S_{\text{ngàõt}} = C.I_{\text{ngàõt âm}}(\text{MVA})$ (1.7)

Trongđó: C=m.Uđm=3.Uđmfa= $\sqrt{3}.U_{\text{âmdáy}}$ âàûc træng cho ba pha.

$U_{\text{âmfa}}$laì âiãûn aïp âënh mæïc pha(giaï trë hiãûu duûng).

$U_{\text{âmdáy}}$laì âiãûn aïp âënh mæïc dáy(giaï trë hiãûu duûng).

$I_{\text{ngàõt âm}}$laì giaï trë hiãûu duûng doìng âiãûn ngàõt âënh mæïc cuía thiãút bë âoïng måí maûch,[kA].

Ingắtđm là dòng điện lớn nhất ứng với lúc đầu tiên các tiếp điểm rời xa nhau ở điện áp định mức của thiết bị đóng mở mạch.

Trong các công thức trên xét trị số của các thông số cơ bản để khi ngắt ở giá trị đó thiết bị điện không bị xảy ra hư hỏng.

1.5. BIỆN PHÁP VÀ TRANG BỊ DẬP HỒ QUANG TRONG THIẾT BỊ ĐIỆN

1. Các biện pháp và trang bị để dập hồ quang trong thiết bị điện cần phải đảm bảo yêu cầu

-Trong thời gian ngắn phải dập tắt được hồ quang, hạn chế phạm vi cháy hồ quang là nhỏ nhất.

-Tốc độ đóng mở tiếp điểm phải lớn.

-Năng lượng hồ quang sinh ra phải bé, điện trở hồ quang phải tăng nhanh.

-Tránh hiện tượng quá điện áp khi dập hồ quang.

2. Các nguyên tắc cơ bản để dập hồ quang điện

-Kéo dài ngọn lửa hồ quang.

-Dùng năng lượng hồ quang sinh ra để tự dập.

-Dùng năng lượng nguồn ngoài để dập.

-Chia hồ quang thành nhiều phần ngắn để dập.

-Mắc thêm điện trở song song để dập.

3. Trong thiết bị điện hạ áp thường dùng các biện pháp và trang bị sau

1. Kéo dài hồ quang điện bằng cơ khí

Đây là biện pháp đơn giản thường dùng ở cầu dao công suất nhỏ hoặc ở rơle. Kéo dài hồ quang làm cho đường kính hồ quang giảm, điện trở hồ quang sẽ tăng dẫn đến tăng quá trình phản ion để dập hồ quang. Tuy nhiên biện pháp này chỉ thường được dùng ở mạng hạ áp có điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 220V và dòng điện tới 150 A.

b) Dùng cuộn dây thổi từ kết hợp buồng dập hồ quang

Người ta dùng một cuộn dây mắc nối tiếp với tiếp điểm chính tạo ra một từ trường tác dụng lên hồ quang để sinh ra một lực điện từ kéo dài hồ quang. Thông thường biện pháp này kết hợp với trang bị thêm buồng dập bằng amiăng. Lực điện từ của cuộn thổi từ sẽ thổi hồ quang vào tiếp giáp amiăng làm tăng quá trình phản ion.

c) Dùng buồng dập hồ quang có khe hở quanh co

Buồng được dùng bằng amiăng có hai nửa lồi lõm và ghép lại hợp thành những khe hở quanh co (khi đường kính hồ quang lớn hơn bề rộng khe thì gọi là khe hẹp).

Khi cắt tiếp điểm lực điện động sinh ra sẽ đẩy hồ quang vào khe quanh co sẽ làm kéo dài và giảm nhiệt độ hồ quang.

d) Phân chia hồ quang ra làm nhiều đoạn ngắn

Trong buồng hồ quang ở phía trên người ta người ta đặt thêm nhiều tấm thép non. Khi hồ quang xuất hiện, do lực điện động hồ quang bị đẩy vào giữa các tấm thép và bị chia ra làm nhiều đoạn ngắn. Loại này thường được dùng ở lưới một chiều dưới 220 V và xoay chiều dưới 500 V.

e) Tăng tốc độ chuyển động của tiếp điểm động

Người ta bố trí các lá dao động, có một lá chính và một lá phụ (thường là ở cầu dao) hai lá này nối với nhau bằng một lò xo, lá dao phụ cắt nhanh do lò xo đàn hồi(lò xo sẽ làm tăng tốc độ cắt dao phụ) khi kéo dao chính ra trước .

f) Kết cấu tiếp điểm kiểu bắc cầu

Một điểm cắt được chia ra làm hai tiếp điểm song song nhau, khi cắt mạch hồ quang được phân chia làm hai đoạn và đồng thời do lực điện động ngọn lửa hồ quang sẽ bị kéo dài ra làm tăng hiệu quả dập.

4. Các biện pháp và trang bị dập hồ quang ở thiết bị điện trung và cao áp

a) Dập hồ quang trong dầu biến áp kết hợp phân chia hồ quang

Ở các máy cắt trung áp các tiếp điểm cắt được ngâm trong dầu biến áp, khi cắt hồ quang xuất hiện sẽ đốt cháy dầu sinh ra hỗn hợp khí (chủ yếu là H) làm tăng áp suất vùng hồ quang, đồng thời giảm nhiệt độ hồ quang. Các máy cắt điện áp cao mỗi pha thường được phân ra làm nhiều chỗ ngắt.

b) Dập hồ quang bằng khí nén

Dùng khí nén trong bình có sẵn hoặc hệ thống ống dẫn khí nén để khi hồ quang xuất hiện (tiếp điểm khi mở) sẽ làm mở van của bình khí nén, khí nén sẽ thổi dọc hoặc ngang thân hồ quang làm giảm nhiệt độ và kéo dài hồ quang.

c) Dập hồ quang bằng cách dùng vật liệu tự sinh khí

Thường dùng trong cầu chì trung áp, khi hồ quang xuất hiện sẽ đốt cháy một phần vật liệu sinh khí(như thủy tinh hữu cơ,...) sinh ra hỗn hợp khí làm tăng áp suất vùng hồ quang.

d) Dập hồ quang trong chân không

Người ta đặt tiếp điểm cắt trong môi trường áp suất chỉ khoảng 10-6 đến 10-8 N/ cm2.

Ở môi trường này thì độ bền điện cao hơn rất nhiều độ bền điện của không khí nên hồ quang nhanh chóng bị dập tắt.

e) Dập hồ quang trong khí áp suất cao

Khí được nén ở áp suất tới khoảng 200 N/cm2 hoặc cao hơn sẽ tăng độ bền điện gấp nhiều lần không khí. Trong các máy cắt điện áp cao và siêu cao áp hiện nay thường sử dụng khí SF6 được nén trong các bình khí nén để dập hồ quang. Hồ quang dập trong môi trường SF6 rất đảm bảo(bởi vì ngay cả ở điều kiện áp suất thường hồ quang cũng đã tắt nhanh trong môi trường khí SF6).

Hình 1-7: Các biện pháp nhân tạo dập tắt hồ quang thường dùng

1. a) chia hồ quang thành nhiều đoạn; b) dập hồ quang trong khe hẹp buồng dập;

c,d) di chuyển hồ quang trong từ trường; e) dập hồ quang trong dầu

Tiếp xúc điện
Trình bày đại cương về tiếp xúc điện

ĐẠI CƯƠNG VỀ TIẾP XÚC ĐIỆN

Khái niệm

Chỗ tiếp giáp giữa hai vật dẫn điện để cho dòng điện chạy từ vật dẫn này sang vật dẫn kia gọi là tiếp xúc điện. Bề mặt chỗ tiếp giáp của các vật dẫn điện gọi là bề mặt tiếp xúc điện.

Tiếp xúc điện chia ra làm ba dạng chính:

-Tiếp xúc cố định: là hai vật dẫn tiếp xúc liên kết chặt cứng bằng bulông, đinh vít, đinh rivê,...

-Tiếp xúc đóng mở: là tiếp xúc mà có thể làm cho dòng điện chạy hoặc ngừng chạy từ vật này sang vật khác (như các tiếp điểm trong thiết bị đóng cắt).

-Tiếp xúc trượt: là vật dẫn điện này có thể trượt trên bề mặt của vật dẫn điện kia (ví dụ như chổi than trượt trên vành góp máy điện).

Tiếp xúc đóng mở và tiếp xúc trượt đều có hai phần, phần động (gọi là tiếp điểm động) và phần tĩnh (gọi là tiếp điểm tĩnh).

Ba dạng tiếp xúc trên đều có thể tiến hành tiếp xúc dưới ba hình thức:

-Tiếp xúc điểm: là hai vật tiếp xúc với nhau chỉ ở một điểm hoặc trên bề mặt diện tích với đường kính rất nhỏ (như tiếp xúc hai hình cầu với nhau, hình cầu với mặt phẳng, hình nón với mặt phẳng,...)

-Tiếp xúc đường: là hai vật dẫn tiếp xúc với nhau theo một đường thẳng hoặc trên bề mặt rất hẹp (như tiếp xúc hình trụ với mặt phẳng, hình trụ với trụ,...)

-Tiếp xúc mặt: là hai vật dẫn điện tiếp xúc với nhau trên bề mặt rộng(ví dụ tiếp xúc mặt phẳng với mặt phẳng,...).

Các yêu cầu đối với tiếp xúc điện tùy thuộc ở công dụng, điều kiện làm việc, tuổi thọ yêu cầu của thiết bị và các yếu tố khác. Một yếu tố chủ yếu ảnh hưởng tới độ tin cậy làm việc và nhiệt độ phát nóng của tiếp xúc điện là điện trở tiếp xúc Rtx.

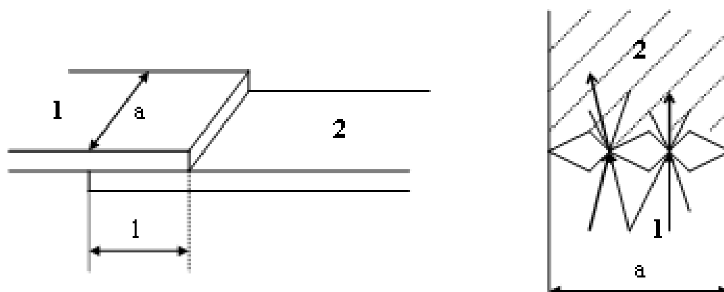
Điện trở tiếp xúc

Xét khi đặt hai vật dẫn tiếp xúc nhau(hình 2-1) , ta sẽ có diện tích bề mặt tiếp xúc :

Sbk= a . l.

Nhưng trên thực tế diện tích bề mặt tiếp xúc thực nhỏ hơn nhiều a.l vì giữa hai bề mặt tiếp xúc dù gia công thế nào thì vẫn có độ nhấp nhô, khi cho tiếp xúc hai vật với nhau thì chỉ có một số điểm trên tiếp giáp tiếp xúc. Do đó diện tích tiếp xúc thực nhỏ hơn nhiều diện tích tiếp xúc biểu kiến Sbk= a.l.

Diện tích tiếp xúc còn phụ thuộc vào lực ép lên trên tiếp điểm và vật liệu làm tiếp điểm, lực ép càng lớn thì diện tích tiếp xúc càng lớn.



Hình minh họa: *Tiếp xúc của hai vật dẫn*

Diện tích tiếp xúc thực ở một điểm(như mặt cầu tiếp xúc với mặt phẳng) xác định bởi:

S = $\frac{F}{\delta_d}$ (2.1) Trong đó:

F là lực ép vào tiếp điểm [kg].
[missing_resource: graphics2.wmf]

d_d là ứng suất chống dập nát của vật liệu làm tiếp điểm [kg/cm2].

Bảng 2.1: Ứng suất chống dập nát của một số kim loại thông dụng

Kim loại	Ứng suất d_d [N/cm2]	Kim loại	Ứng suất d_d [N/cm2]
bạc	30.400	đồng cứng (hợp kim)	51.000
đồng mềm	38.200	nhôm	88.300

Nếu tiếp xúc ở n điểm thì diện tích sẽ lớn lên n lần so với biểu thức (2.1).

Dòng điện chạy từ vật này sang vật khác chỉ qua những điểm tiếp xúc, như vậy dòng điện ở các chỗ tiếp xúc đó sẽ bị thắt hẹp lại, dẫn tới điện trở ở những chỗ này tăng lên.

Điện trở tiếp xúc của tiếp điểm kiểu bất kì tính theo công thức:

Rtx = $\frac{K}{F^m}$ [
[missing_resource: graphics3.wmf]

] (2.2)

K: hệ số phụ thuộc vật liệu và tình trạng bề mặt tiếp điểm (theo bảng tra).

m: hệ số phụ thuộc số điểm tiếp xúc và kiểu tiếp xúc với:

+Tiếp xúc mặt m = 1

+Tiếp xúc đường m = 0,7

+Tiếp xúc điểm m = 0,5

Bảng 2.2: Tra trị số K trong công thức (2.2)

Kim loại tiếp xúc	Trị số K [.N]	Kim loại tiếp xúc	Trị số K [.N]
đồng – đồng	(0,08 đến 0,14).10-2	sắt - đồng	(3,1).10-2
bạc – bạc	(0,06)10-2	nhôm - đồng	(0,38).10-2
nhôm - nhôm	(0,127).10-2		

Ngoài công thức (2.2) là công thức kinh nghiệm, người ta còn dùng phương pháp giải tích để dẫn giải rút ra công thức tính điện trở tiếp xúc

điểm:

$$R_{tx} = \frac{\rho}{2\sqrt{\frac{F.n}{\delta_d.\pi}}} \qquad (2.3)$$

ρ: điện trở suất của vật dẫn [Ω.cm].

n: số điểm tiếp xúc.

F: lực nén [kg].

Do vậy rõ ràng điện trở tiếp xúc của tiếp điểm ảnh hưởng đến chất lượng của thiết bị điện, điện trở tiếp xúc lớn làm cho tiếp điểm phát nóng. Nếu phát nóng quá mức cho phép thì tiếp điểm sẽ bị nóng chảy, thậm chí bị hàn dính. Trong các tiếp điểm thiết bị điện mong muốn điện trở tiếp xúc có giá trị càng nhỏ càng tốt, nhưng do thực tế có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến Rtx nên không thể giảm Rtx cực nhỏ được như mong muốn.

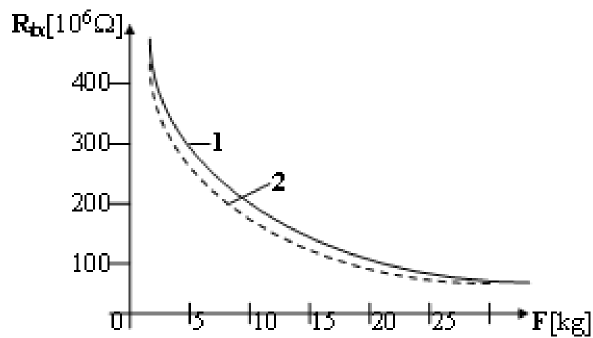
Các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở tiếp xúc (Rtx)

Điện trở tiếp xúc bị ảnh hưởng của nhiều yếu tố với mức độ khác nhau, ta xét ở đây một số yếu tố chủ yếu sau:

Vật liệu làm tiếp điểm

Từ (2.3) ta thấy hệ số chống dập nát d_d bé thì Rtx bé. Vì vậy đứng về mặt yêu cầu có điện trở tiếp xúc bé nên dùng các vật liệu mềm để làm tiếp điểm. Nhưng thực tế cần phải kết hợp các yếu tố khác(như độ bền cơ) nên vật liệu thường dùng là đồng, đồng thau mạ thiếc, thép mạ thiếc,...

Lực ép lên tiếp điểm



Cũng từ công thức (2.2) và (2.3) lực F càng lớn thì Rtx càng nhỏ (hình 2-2)

Đường 1 biểu diễn điện trở tiếp xúc giảm theo chiều lực tăng, nếu giảm lực nén lên tiếp điểm điện trở tiếp xúc Rtx thay đổi theo đường 2.

Ta có thể giải thích là vì khi tăng lực nén bề lên mặt tiếp xúc thì không những bề mặt tiếp xúc bị biến dạng đàn hồi mà còn bị phá hủy cục bộ. Khi ta giảm lực ép thì một số điểm tiếp xúc vẫn còn giữ nguyên như khi lực ép lớn tác dụng. Tăng lực ép chỉ có tác dụng giảm Rtx ở giai đoạn đầu điện trở lớn và trung bình. Khi lực ép đủ lớn thì dù có tăng lực ép lên nữa thì điện trở tiếp xúc vẫn không thay đổi.

Hình dạng của tiếp điểm

Hình dạng của tiếp điểm cũng ảnh hưởng đến Rtx. Cùng một lực nhưng kiểu tiếp xúc khác nhau thì Rtx cũng khác nhau. Từ các công thức trên ta thấy Rtx của tiếp xúc mặt nhỏ nhất vì có hệ số m lớn nhất (tra từ công thức 2.2).

Nhiệt độ của tiếp điểm

Nhiệt độ của tiếp điểm thay đổi sẽ làm Rtx thay đổi theo kết quả thí nghiệm với nhiệt độ nhỏ hơn 2000C có thể tính Rtx qua công thức:

R $_q$ = Rtx (0)(1+ $-q$) [
[missing_resource: graphics6.wmf]

] (2.4)

Trong đó: Rtx(0): điện trở tiếp xúc ở 00C,
[missing_resource: graphics7.wmf]

: hệ số nhiệt điện trở [1/0C].
[missing_resource: graphics8.wmf]

: Nhiệt độ của tiếp điểm [0C].

Tình trạng bề mặt tiếp xúc

Bề mặt tiếp xúc khi bị bẩn hoặc khi bị oxit hóa có Rtx lớn hơn nhiều Rtx của tiếp điểm sạch (do có nhiều điểm không được tiếp xúc trực tiếp bằng vật liệu làm tiếp điểm). Khi bị oxy hóa càng nhiều thì nhiệt độ phát nóng trên bề mặt tiếp xúc càng cao. Tiếp điểm bị oxy hóa có điện trở tiếp xúc tăng hàng chục lần(vì oxit của phần lớn kim loại dẫn điện kém hơn nhiều kim loại nguyên chất).

Mật độ dòng điện

Diện tích tiếp xúc được xác định tùy theo mật độ dòng điện cho phép. Theo kinh nghiệm đối với thanh dẫn bằng đồng cho tiếp xúc nhau khi nguồn ở tần số 50 Hz thì mật độ dòng điện cho phép là:

$$J_{cp} = \frac{I}{S} \approx [(0,31 - 1,05 \cdot 10^{-4}(I-200)] \ [A/mm^2] \qquad (2.5)$$

Trong đó : I là giá trị dòng hiệu dụng ; S=Sbk diện tích tiếp xúc biểu kiến.

Biểu thức (2.5) trên chỉ đúng khi dòng điện biến thiên trong khoảng từ 200 đến 2000A. Nếu ngoài trị số đó thì có thể lấy:

I < 200 A lấy Jcp = 0,31 [A/ mm2]

I > 2000 A lấy Jcp = 0.12 [A/ mm2].

Khi vật dẫn tiếp xúc không phải là đồng thì mật độ dòng cho phép đối với vật liệu ấy có thể lấy theo công thức sau:

$$J_{cp\ vật\ liệu} = J_{cp\ đồng} \sqrt{\frac{R_{tx(\rho)đồng}}{R_{(\rho)vật\ liệu}}} \qquad (2.6)$$

TIẾP ĐIỂM THIẾT BỊ ĐIỆN

Vật liệu làm tiếp điểm

Để thỏa mãn tốt các điều kiện làm việc khác nhau của tiếp điểm thiết bị điện thì vật liệu làm tiếp điểm phải có được những yêu cầu cơ bản sau:

-Có độ dẫn điện cao(giảm Rtx và chính điện trở của tiếp điểm).

-Dẫn nhiệt tốt (giảm phát nóng cục bộ của những điểm tiếp xúc).

-Không bị oxy hóa (giảm Rtx để tăng độ ổn định của tiếp điểm).

-Có độ kết tinh và nóng chảy cao (giảm độ mài mòn về điện và giảm sự nóng chảy hàn dính tiếp điểm đồng thời tăng tuổi thọ tiếp điểm).

-Có độ bền cơ cao (giảm độ mài mòn cơ khí giữ nguyên dạng bề mặt tiếp xúc và tăng tuổi thọ của tiếp điểm).

-Có đủ độ dẻo (để giảm điện trở tiếp xúc).

-Dễ gia công khi chế tạo và giá thành rẻ.

Thực tế ít vật liệu nào đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu trên. Trong thiết kế sử dụng tùy từng điều kiện cụ thể mà trọng nhiều đến yêu cầu này hay yêu cầu khác. Những vật liệu thường dùng gồm:

1. Đồng kĩ thuật điện: đồng nguyên chất thu được bằng điện phân. Nó đáp ứng hầu hết các yêu cầu trên. Nhược điểm chính của đồng kĩ thuật điện là rất dễ bị oxit hóa.
2. Đồng cađimi: đồng kĩ thuật điện pha thêm cađimi có tính chất cơ cao chống mài mòn tốt, khả năng chịu được hồ quang tốt hơn đồng kĩ thuật điện thông thường.
3. Bạc: là vật liệu làm tiếp điểm rất tốt do có độ dẫn điện cao và có điện trở tiếp xúc ổn định. Nhược điểm chủ yếu là chịu hồ quang kém nên sử dụng bị hạn chế.
4. Đồng thau: hợp kim đồng với kẽm được sử dụng làm tiếp điểm dập hồ quang.
5. Các hợp kim đồng khác: hợp kim đồng với nhôm, đồng với mangan, đồng với niken, đồng với silic và các hợp kim đồng khác được sử dụng làm tiếp điểm, đồng thời làm lò xo ép (ví dụ tiếp điểm tĩnh của cầu chì). Những tiếp điểm như vậy khi bị đốt nóng dễ bị mất tính đàn hồi.
6. Thép có điện trở suất lớn: thép thường bị oxy hóa cao nhưng là vật liệu rẻ nên vẫn được sử dụng làm tiếp xúc cố định để dẫn dòng điện lớn, trong các thiết bị thép thường được mạ.
7. Nhôm: có độ dẫn điện cao, rẻ nhưng rất dễ bị oxy hóa làm tăng điện trở suất. Nhược điểm nữa là hàn nhôm rất phức tạp, độ bền cơ lại kém.

8. Vonfram và hợp kim vonfram: có độ mài mòn về điện tốt và chịu được hồ quang tốt nhưng có điện trở tiếp xúc rất lớn. Hợp kim vonfram với vàng sử dụng cho tiếp điểm có dòng nhỏ. Hợp kim với molipđen dùng làm tiếp điểm cho những thiết bị điện thường xuyên đóng mở, khi dòng điện lớn thì vonfram và hợp kim vonfram sử dụng để làm tiếp điểm dập hồ quang.
9. Vàng và platin: không bị oxy hóa do đó có điện trở tiếp xúc nhỏ và ổn định, được sử dụng làm tiếp điểm trong thiết bị điện hạ áp có dòng điện bé và quan trọng. Vàng nguyên chất và platin nguyên chất có độ bền cơ thấp nên thường được sử dụng dạng hợp kim với môlipđen hoặc với iriđi để tăng độ bền cơ.
10. Than và graphit: có điện trở tiếp xúc và điện trở suất lớn nhưng chịu được hồ quang rất tốt.

Thường dùng làm các tiếp điểm mà khi làm việc phải chịu tia lửa điện, đôi khi làm tiếp điểm dập hồ quamg.

1. Hợp kim gốm: hỗn hợp về mặt cơ học của hai vật liệu không nấu chảy mà thu được bằng phương pháp thiêu kết hỗn hợp bột hoặc bằng cách tẩm vật liệu này lên vật liệu kia. Thường vật liệu thứ nhất có tính chất kỹ thuật điện tốt, điện trở suất và điện trở tiếp xúc nhỏ, ít bị oxy hóa.Vật liệu thứ hai có tính chất cơ cao và chịu được hồ quang. Như vậy, chất lượng kim loại gốm là do tính chất của hỗn hợp quyết định. Kim loại gốm sử dụng rộng rãi nhất thường có gốc bạc như : bạc-niken, bạc- oxit cađimi, bạc- vonfram, bạc-môlipđen. Ngoài ra đôi khi người ta sử dụng kim loại gốm có gốc đồng như: đồng -vonfram, đồng -môlipđen, đồng cađimi làm tiếp điểm chính và tiếp điểm dập hồ quang.

Chú ý

+Với tiếp xúc cố định thường dùng vật liệu là đồng, nhôm, thép.

+Với tiếp xúc đóng/mở tùy theo dòng dẫn, nếu :

-Dòng điện bé dùng bạc, đồng, platin, vonfram, đôi khi vàng, môlipđen, niken.

-Dòng vừa đến lớn dùng đồng thau, kim loại hoặc hợp kim ít nóng chảy như vonfram, molipđen,...

-Dòng điện lớn thì thường dùng hợp kim gốm (sản phẩm hai kim loại ở dạng bột ép lại ở áp lực lớn, nhiệt độ cao. Hợp kim gốm rất cứng chịu được dòng lớn, khuyết điểm là độ dẫn điện kém, nên thường được chế tạo dạng tấm mỏng hàn trên bề mặt tiếp điểm của thiết bị).

Một số kết cấu tiếp điểm

1. Phân ra làm các loại theo cấu tạo

Tiếp xúc cố định có các dạng

-Nối hai thanh tiết diện chữ nhật.

-Nối hai thanh tiết diện tròn (thanh tròn nối với nhau thường trong các thiết bị điện như máy ngắt điện, máy biến dòng,...).

Loại tiếp xúc đóng mở và tiếp xúc trượt phân theo dòng điện

-Dòng bé : I 10 [mA].

-Dòng vừa: I 100 [A].

-Dòng lớn: I > 100 [A].

1. Tiếp điểm rơle

Thường dùng bạc, platin tán hàn gá vào tiếp điểm, kích thước tiếp điểm do dòng điện cho phép quyết định (theo bảng có trong các sổ tay thiết kế).

1. Tiếp điểm thiết bị điện khống chế

Các thiết bị như công tắc tơ, áptômát và thiết bị cao áp thường có dòng điện lớn. Thì những tiếp điểm chính mắc song song với tiếp điểm hồ quang khi tiếp điểm ở vị trí đóng dòng điện sẽ qua tiếp điểm chính (tiếp điểm) làm việc, khi mở hoặc bắt đầu đóng tiếp điểm hồ quang sẽ chịu hồ quang. Do đó bảo vệ được tiếp điểm làm việc.

Ta thường thấy tiếp điểm có các dạng như hình 2-3.

+Hình ngón: dùng trong công tắc tơ, tiếp điểm động vừa trượt vừa lăn trên tiếp điểm tĩnh do vậy có thể tự làm bóc lớp oxit trên bề mặt tiếp xúc.

+Tiếp điểm bắc cầu: dùng trong rơle và công tắc tơ.

+Tiếp điểm đối diện: dùng ở máy ngắt điện áp cao.

+Tiếp điểm hoa huệ: gồm một cánh hình thang giống cánh hoa huệ hay chữ z, tiếp điểm động là một thanh dẫn tròn.

+Tiếp điểm vuốt má: tiếp điểm động kiểu sống dao có thể trượt giữa hai vuốt tròn (làm tiếp điểm tĩnh) lò xo và dây được nối chặt với vuốt.

+Tiếp điểm chổi: tiếp điểm động hình chổi gồm những lá đồng mỏng 0,1 ¸0,2 mm xếp lại trượt lên sống dao tiếp điểm tĩnh. Để tăng lực ép trên tiếp điểm hình chổi thì thường có thêm bản đàn hồi. Loại này khi chổi bị cháy sẽ làm điện trở tăng nhanh do đó ít dùng làm tiếp điểm hồ quang.

Hình 2-3:Dạng một số tiếp xúc đóng mở: a) Tiếp điểm ngón, b) Tiếp điểm bắc cầu, c)Tiếp điểm kiểu cắm, d) Tiếp điểm kiểu đối diện, e) Tiếp điểm kiểu lưỡi, h) Tiếp điểm kiểu thủy ngân, g) Tiếp điểm kiểu vuốt má

+Tiếp điểm cắm: thường được dùng ở cầu dao, cầu chì, dao cách li,...áp lực lên tiếp điểm động khoảng P = (0,3 ¸ 0.6) kg/cm2.

Nguyên nhân hư hỏng tiếp xúc và biện pháp khắc phục

1. Nguyên nhân hư hỏng

Nguyên nhân hư hỏng tiếp xúc có rất nhiều, ta xét một số nguyên nhân chính sau:

a.1) Ăn mòn kim loại

Trong thực tế chế tạo dù gia công thế nào thì bề mặt tiếp xúc tiếp điểm vẫn còn những lỗ nhỏ li ti. Trong vận hành hơi nước và các chất có hoạt tính hóa học cao thấm vào và đọng lại trong những lỗ nhỏ đó sẽ gây ra các phản ứng hóa học tạo ra một lớp màng mỏng rất giòn. Khi va chạm trong quá trình đóng lớp màng này dễ bị bong ra. Do đó bề mặt tiếp xúc sẽ bị mòn dần, hiện tượng này gọi là hiện tượng ăn mòn kim loại.

a.2) Oxy hóa

Môi trường xung quanh làm bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa tạo thành lớp oxit mỏng trên bề mặt tiếp xúc, điện trở suất của lớp oxit rất lớn nên làm tăng Rtx dẫn đến gây phát nóng tiếp điểm. Mức độ gia tăng Rtx do bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa còn tùy nhiệt độ. Ở 20-30oC có lớp oxít dày khoảng 25.10-6mm. Theo thí nghiệm tiếp điểm đồng để ngoài trời sau một tháng Rtx tăng lên khoảng 10%. Ở nhiệt độ lớn hơn 700C sự oxit hóa rất nhanh. Theo thí nghiệm ở 1000C sau chỉ một giờ Rtx của tiếp điểm đồng tăng khoảng 50 lần. Ngoài ra việc luân phiên bị đốt nóng và làm nguội cũng tăng quá trình ôxit hóa.

a.3) Điện thế hóa học của vật liệu tiếp điểm

Mỗi chất có một điện thế hóa học nhất định. Lấy H làm gốc có điện thế âm (-) thì ta có bảng một số kim loại có điện thế hóa học như bảng sau:

Bảng 2.3: Điện thế hóa học của một số kim loại

Kim loại	Ag Cu	H Sn	Ni Co	Fe Al
Điện thế hóahọc [V].	+0.8 +0.345	0 -0.14	- 0.2 -0.255	-0.44 - 1.34

Hai kim loại có điện thế hóa học khác nhau khi tiếp xúc sẽ tạo nên một cặp hiệu điện thế hóa học, giữa chúng có một hiệu điện thế. Nếu bề mặt tiếp xúc có nước xâm nhập sẽ có dòng điện chạy qua, và kim loại có điện thế học âm hơn sẽ bị ăn mòn trước làm nhanh hỏng tiếp điểm.

a.4) Hư hỏng do điện

Thiết bị điện vận hành lâu ngày hoặc không được bảo quản tốt lò xo tiếp điểm bị hoen rỉ yếu đi sẽ không đủ lực ép vào tiếp điểm. Khi có dòng điện chạy qua, tiếp điểm dễ bị phát nóng gây nóng chảy, thậm chí hàn dính vào nhau. Nếu lực ép tiếp điểm quá yếu có thể phát sinh tia lửa làm cháy tiếp điểm. Ngoài ra, tiếp điểm bị bẩn, rỉ sẽ tăng điện trở tiếp xúc, gây phát nóng dẫn đến hao mòn nhanh tiếp điểm.

b) Các biện pháp khắc phục

Để bảo vệ tiếp điểm khỏi bị rỉ và để làm giảm nhỏ điện trở tiếp xúc có thể thực hiện các biện pháp sau:

b.1) Đối với những tiếp xúc cố định nên bôi một lớp mỡ chống rỉ hoặc quét sơn chống ẩm.

b.2) Khi thiết kế ta nên chọn những vật liệu có điện thế hóa học giống nhau hoặc gần bằng nhau cho từng cặp.

b.3) Nên sử dụng các vật liệu không bị oxy hóa làm tiếp điểm.

b.4) Mạ điện các tiếp điểm: với tiếp điểm đồng, đồng thau thường được mạ thiếc, mạ bạc, mạ kẽm còn tiếp điểm thép thường được mạ cađini, niken, kẽm,...

b.5) Thay lò xo tiếp điểm: những lò xo đã rỉ, đã yếu làm giảm lực ép sẽ làm tăng điện trở tiếp xúc, cần lau sạch tiếp điểm bằng vải mềm và thay thế lò xo nén khi lực nén còn quá yếu.

b.6) Kiểm tra sửa chữa cải tiến: cải tiến thiết bị dập hồ quang để rút ngắn thời gian dập hồ quang nếu điều kiện cho phép.

Tình trạng làm việc của tiếp điểm khi ngắn mạch

Khi có ngắn mạch, nhiệt độ chỗ tiếp xúc tăng cao làm giảm tính đàn hồi và cường độ cơ khí của tiếp điểm. Nhiệt độ cho phép khi ngắn mạch quy định:

-Với đồng, đồng thau: [θ] = (200 ¸300)0C

-Nhôm: [θ] = (150 ¸200)0C

Tùy thời gian ngắn mạch có mật độ dòng điện cho phép khác nhau như bảng 2-4.

Bảng 2.4: Mật độ dòng điện cho phép

Vật liệu tiếp xúc	Mật độ dòng điện cho phép jcp [A/mm2]				
Thời gian ngắn mạch [s]	1s	5s	10s		
Đồng	152	67	48		
Đồng thau	75	38	27		

Nhôm	89	40	28	

Ngoài ra còn tùy tình trạng làm việc của tiếp điểm khi ngắn mạch xảy ra như:

-Tiếp điểm ở vị trí đóng khi ngắn mạch

Theo công thức kinh nghiệm Butkêvich: Im = K.
[missing_resource: graphics11.wmf]

(2.7)

Với: Im: dòng điện biên độ làm tiếp điểm nóng chảy hàn dính.

K: hệ số tùy vật liệu làm tiếp điểm và số điểm tiếp xúc.

F: lực nén lên tiếp điểm, F = (20 ¸50) kg.

Hệ số K trong một số trường hợp cụ thể sau:

+ Tiếp điểm chổi đồng, đồng thau: K= 3000 đến 4000

+ Tiếp điểm hình ngón bằng đồng: K= 4100.

+ Tiếp điểm kiểu cắm đồng, đồng thau: K= 6000.

-Tiếp điểm trong quá trình đóng bị ngắn mạch

Lúc này sinh lực điện động kéo dời tiếp điểm, tiếp điểm động có tốc độ lớn dễ sinh hiện tượng hàn dính vì có chấn động.

Khi dòng chạy trong vật dẫn từ tiết diện lớn sang tiết diện nhỏ thường bị uốn cong sinh lực điện động theo công thức:

F = 1,02.10-8.i2ln $\frac{D}{d}$ (2.8)

D,d: đường kính tiết diện lớn và nhỏ [cm].

-Tiếp điểm trong quá trình ngắt bị ngắn mạch

Phát sinh hồ quang có thể làm cháy tiếp điểm. Tùy kim loại có trị cực tiểu áp và cực tiểu dòng có thể phát sinh hồ quang.

Bảng 2.5: Trị số dòng, áp cực tiểu

Kim loại tiếp điểm	W Ag Cu Al Fe
Imin [A]	0,8 0,75 0,42 0,5 0,55
Umin [V]	11,5 12 14 12,5 12,5

+Khi cắt dòng bé

Nếu I
[missing_resource: graphics12.wmf]

Imin , U
[missing_resource: graphics13.wmf]

Umin : Giữa hai tiếp điểm hình thành một cầu kim loại nóng chảy, cầu bị đứt kim loại sẽ chảy từ anôt sang catôt. Vì vậy tiếp điểm là anôt bị mòn.

Nếu I
[missing_resource: graphics14.wmf]

Imin , U
[missing_resource: graphics15.wmf]

Umin : Hình thành các ion đến bắn phá phía catôt, kim loại sẽ chuyển từ catôt sang anôt.

+Trường hợp cắt dòng trung bình và dòng điện lớn

Hồ quang lớn cả catôt và anôt đều bị mòn. Cần chú ý tiếp điểm động khi đóng có khi bị hao mòn nhiều hơn khi mở.

Sự hao mòn tỉ lệ với dòng điện, số lần đóng mở và lượng điện tích qua tiếp điểm và thời gian cháy của hồ quang, đó là các hao mòn về điện (do dòng điện gây ra). Ngoài ra còn hao mòn về cơ, thông thường hao mòn về cơ bằng (1 ¸ 3)% hao mòn điện.

Phát nóng
Trình bày đại cương về phát nóng

ĐẠI CƯƠNG

Khái niệm chung

Nhiệt lượng sinh ra do dòng điện chạy qua trong cuộn dây hay vật dẫn điện khi thiết bị điện làm việc sẽ gây phát nóng. Ngoài ra trong thiết bị điện xoay chiều còn do tổn hao dòng xoáy và từ trễ trong lõi sắt từ cũng sinh ra nhiệt. Nếu nhiệt độ phát nóng của thiết bị điện vượt quá trị số cho phép thì thiết bị điện sẽ nhanh bị hư hỏng, vật liệu cách điện nhanh bị già hóa, độ bền cơ khí của kim loại bị giảm sút. Nhiệt độ cho phép của các bộ phận của thiết bị điện tham khảo theo bảng cho sẵn.

Trong tính toán phát nóng thiết bị điện thường dùng khái niệm độ chênh nhiệt t là hiệu số giữa nhiệt độ phát nóng
[missing_resource: graphics1.wmf]

và nhiệt độ môi trường xung quanh thiết bị điện
[missing_resource: graphics2.wmf]

0. Ở vùng ôn đới cho phép t =350C, vùng nhiệt đới t =500C. Sự phát nóng thiết bị điện còn tùy thuộc vào chế độ làm việc. Thiết bị điện có ba chế độ làm việc: dài hạn, ngắn hạn và ngắn hạn lặp lại.

Các nguồn nhiệt trong thiết bị điện-Các phương pháp truyền nhiệt

Trong thiết bị điện một chiều sự phát nóng chủ yếu là do tổn hao đồng. Đối với thiết bị điện xoay chiều, sự phát nóng sinh ra chủ yếu là do tổn hao đồng trong dây quấn và tổn hao sắt từ trong lõi thép, ngoài ra còn tổn hao do hiệu ứng bề mặt.

Song song với quá trình phát nóng có quá trình tỏa nhiệt gồm: dẫn nhiệt, bức xạ nhiệt và đối lưu nhiệt.

Quá trình dẫn nhiệt, nhiệt lượng dẫn tính theo công thức

dQ = -
[missing_resource: graphics3.wmf]

. $\frac{\partial \vec{Q}}{\partial \vec{X}}$.dS.dt

Trong đó:dQ: nhiệt lượng được dẫn theo phương x.

$\frac{\partial \vec{Q}}{\partial \vec{X}}$: građien nhiệt lưu theo phương x; dS: diện tích nhiệt lưu đi qua, dt: thời gian;
[missing_resource: graphics4.wmf]

: hệ số dẫn nhiệt [W/0C.cm].

Bức xạ nhiệt: phụ thuộc bề mặt tỏa nhiệt

Đối lưu nhiệt: phân làm đối lưu tự nhiên và đối lưu cưỡng bức, đối lưu phụ thuộc vào vị trí phân bố của vật thể, kích thước bề mặt, tính chất môi trường xung quanh vật và nhiệt độ môi trường.

Nếu xét cả đồng thời ba hình thức trên thì có công thức Niutơn sau:

P =
[missing_resource: graphics5.wmf]

.S. hay = $\frac{P}{S\alpha}$

Trong đó: P: nhiệt lượng tỏa ra; S: diện tích tỏa nhiệt.

: độ chênh nhiệt của vật dẫn với môi trường.
[missing_resource: graphics6.wmf]

: hệ số tỏa nhiệt [N/0C.cm2].

Dùng công thức trên rất tiện nhưng sai số cỡ (15 ¸25)%

Hệ số
[missing_resource: graphics7.wmf]

tra trong tài liệu thiết kế:

+Với cuộn dây truyền nhiệt tốt trong phạm vi nhiệt độ 750C ¸1200C hệ số
[missing_resource: graphics8.wmf]

là:
[missing_resource: graphics9.wmf]

= 11.10-4 đến 12,98.10-4 [W/0C cm2]

+Với cuộn dây truyền nhiệt kém:
[missing_resource: graphics10.wmf]

= 9,84.10-4 đến 11,52.10-4 [W/0C. cm2].

Nhiệt độ phát nóng và cấp cách điện

Nhiệt độ môi trường xung quanh quy định cho các nước ở vùng ôn đới
[missing_resource: graphics11.wmf]

0 = 350C, nước ở vùng nhiệt đới
[missing_resource: graphics12.wmf]

0 = 400C. Nhiệt độ phát nóng chênh lệch =
[missing_resource: graphics13.wmf]

-
[missing_resource: graphics14.wmf]

0 quy định vùng ôn đới thì: =350C, vùng nhiệt đới =500C.

Cấp cách điện: căn cứ vào khả năng chịu nhiệt độ phát nóng lớn nhất của vật liệu cách điện mà không làm phá hủy tính chất cơ của nó, người ta chia vật liệu cách điện ra các cấp cách điện gồm cấp:

A : [T0] = (90 ¸105)0C

E : [T0] = (105 ¸120)0C

B : [T0] = (120 ¸140)0C

Các bộ phận thiết bị điện quy định

+ Vật liệu không bọc cách điện để xa vật cách điện [T0] =110.

+ Dây nối tiếp xúc cố định [T0] = 750C

+ Tiếp xúc mạ bạc [T0] =1200C

+ Vật liệu dẫn điện có bọc cách điện thì:

-Cấp O: [T0]
[missing_resource: graphics15.wmf]

800C

-Cấp A : [T0]
[missing_resource: graphics16.wmf]

950C

-Cấp B: [T0]
[missing_resource: graphics17.wmf]

1100C

+ Vật liệu không dẫn điện không bọc cách điện [T]
[missing_resource: graphics18.wmf]

1100C

Ngoài ra chế độ làm việc khác nhau có nhiệt độ lớn nhất cho phép khác nhau.

CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC DÀI HẠN CỦA VẬT THỂ ĐỒNG NHẤT

Thiết bị điện làm việc dài hạn tức là thiết bị điện có thể làm việc liên tục lâu dài nhưng thời gian làm việc phải không nhỏ hơn thời gian cần thiết để thiết bị phát nóng đến nhiệt độ ổn định.

Khi có dòng điện I chạy trong vật dẫn sẽ gây ra tổn hao một công suất P và trong thời gian dt sẽ gây ra một nhiệt lượng:

P.dt = RI2dt (3.1)

Nhiệt lượng hao tổn này bao gồm hai phần:

-Đốt nóng vật dẫn G.C.d

-Tỏa ra môi trường xung quanh S
[missing_resource: graphics19.wmf]

. .dt.

Ta có phương trình cân bằng nhiệt của quá trình phát nóng:

P.dt = G.C.d + S
[missing_resource: graphics20.wmf]

. .dt (3.2)

Trong đó: G là khối lượng vật dẫn [g]

C là tỉ nhiệt vật dẫn tỏa nhiệt [J/g].

là độ chênh nhiệt [00C].
[missing_resource: graphics21.wmf]

là hệ số tỏa nhiệt [W/cm2].

Từ (3.2) ta có phương trình :

$\frac{P}{G.C} = \frac{d\tau}{\mathrm{dt}} + \frac{S.\alpha}{G.C}.$ (3.3)

Giải phương trình vi phân (3.3) với điều kiện tại t = 0 thì độ chênh nhiệt ban đầu là 0, ta được:

$= \frac{P}{S.\alpha}$ (1 - $e^{\frac{\alpha S}{\mathrm{GC}}t}$) + 0 $e^{\frac{\alpha S}{\mathrm{GC}}t}$ (3.4)

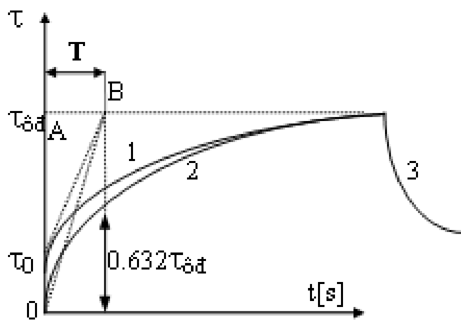
Đặt T = $\frac{G.C}{S.\alpha}$ là hằng số thời gian phát nóng.

$\frac{P}{S.\alpha}$= ôđ : độ chênh nhiệt ổn định. Ta có:

= ôđ (1- $e^{-\frac{t}{T}}$) + 0 $e^{-\frac{t}{T}}$ (3.5)

Khi t = 0 mà 0 = 0 thì:

= ôđ .(1- $e^{-\frac{t}{T}}$) (3.6)



***Hình minh họa**: Phát nóng dài hạn*

Khi ngắt dòng điện (I = 0), quá trình phát nóng chấm dứt và quá trình nguội lạnh bắt đầu xảy ra, nghĩa là P.dt = 0, ta có phương trình nguội lạnh:

I2R.dt = 0 (3.7)

Và: G.C.d + S + dt = 0 nên có:

$\frac{d\tau}{\mathrm{dt}}$ + $\frac{G.C}{S.\alpha}\tau$ = 0 (3.8)

Với điều kiện khi ngắt dòng điện độ chênh lệch nhiệt bằng độ chênh lệch nhiệt ổn định. Giải phương trình vi phân (3.8) ta được biểu thức thể hiện quá trình nguội lạnh:

 = ôđ .e $\frac{-t}{T}$

Hằng số thời gian phát nóng T là khoảng thời gian cần thiết để đốt nóng vật lên tới độ chênh nhiệt ổn định nếu không có sự tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh .

Xác định hằng số T bằng giải tích, ta có: P dt = G.C.d

$\frac{d\tau}{\mathrm{dt}}$ = $\frac{P}{G.C}$ thì = $\frac{P}{G.C}$.t + 0

Nếu 0 = 0 thì: = $\frac{P}{G.C}$ .t

Khi 0 = ôđ thì t = T. Từ ôđ = $\frac{P}{G.C}$.T và theo công thức Niutơn ôđ = $\frac{P}{\alpha.S}$.

Ta có: T= $\frac{G.C}{S.\alpha}$ (3.9)

Dùng phương pháp vẽ cũng có thể xác định được giá trị T. Từ gốc tọa độ gốc ta vẽ đường tiếp tuyến với đường cong 1 và đường cong 2. Ta nhận được
[missing_resource: graphics23.wmf]

= T.

| $\frac{dt}{\mathrm{dt}}$ |t =0 = $\frac{t_{Š‰}}{T}$= tg
[missing_resource: graphics24.wmf]

$= \frac{BC}{AB}$

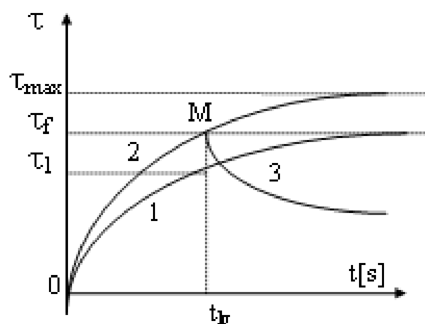
Trong đó BC = ôđ vậy
[missing_resource: graphics25.wmf]

= T. Quá trình phát nóng có tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh thì sau thời gian T độ chênh lệch nhiệt chỉ đạt tới giá trị 0,632 ôđ .

CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN CỦA VẬT THỂ ĐỒNG NHẤT

Ở chế độ làm việc ngắn hạn độ chênh lệch nhiệt của thiết bị điện sau thời gian làm việc chưa đạt tới trị số ổn định thì thiết bị điện đã ngừng làm việc. Nhiệt độ phát nóng ở chế độ này là nhỏ nhất. Khi ngừng làm việc (I= 0) thì quá trình nguội lạnh lại bắt đầu.

Giả sử làm việc dài hạn đường cong phát nóng là đường 1 trong hình minh họa.



***Hình minh họa**: Phát nóng khi ngắn hạn*

Phụ tải lúc này là Pf :

Pf =
[missing_resource: graphics27.wmf]

S. f (3.10)

Sau thời gian tlv (thời gian làm việc ngắn hạn) độ chênh nhiệt mới đạt tới trị 1 < f, nên thiết bị điện làm việc non tải và chưa lợi dụng hết khả năng chịu nhiệt. Từ đó ta thấy rằng có thể nâng phụ tải lên để sau thời gian làm việc ngắn hạn tlv độ chênh nhiệt vừa đạt tới trị số cho phép f, phụ tải lúc này là Pn:

Pn =
[missing_resource: graphics28.wmf]

S. max (3.11)

Đường cong phát nóng trường hợp này là đường 2. Điểm M trên đường 2 thỏa mãn phương trình độ chênh nhiệt của quá trình phát nóng.

f = max (1- e $\frac{t_{\mathrm{lv}}}{T}$) (3.12)

Sau thời gian làm việc tlv dòng điện ngừng chạy vào vật dẫn do đó vật dẫn nguội lạnh theo quy luật như khi làm việc dài hạn (đường 3).

Từ các biểu thức (3.10), (3.11), (3.12) và gọi Kp = $\frac{P_n}{P_f}$ là hệ số quá tải công suất ta rút ra:

Kp = $\frac{P_n}{P_f}$ = $\frac{\tau_{\max}}{\tau_f}$ = $\frac{1}{1-e^{-\frac{t_{\mathrm{lv}}}{T}}}$ > 1 (3.13)

Vì công suất tỉ lệ với bình phương dòng điện nên:

KI = $\frac{I_n}{I_f}$ = $\sqrt{K_P}$= $\sqrt{\frac{1}{1-e^{-\frac{t_{\mathrm{lv}}}{T}}}}$ (3.14)

KI : hệ số quá tải về dòng điện.

Ví dụ: Một thiết bị điện có T = 180s nếu làm việc dài hạn thì dòng điện cho phép If = 100 A nhưng nếu làm việc ngắn hạn trong thời gian tlv = 5 s thì có thể tăng dòng diện lên bao nhiêu ?.

Giải:

KI = $\frac{1}{1-e^{-\frac{t_{lv}}{T}}}$ = $\frac{1}{1-e^{-\frac{5}{180}}}$ = 6

Vậy dòng cho phép lớn nhất là: In = KI. If = 6.100 = 600 [A].

CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN LẶP LẠI CỦA VẬT THỂ ĐỒNG NHẤT

Đây là chế độ mà thiết bị điện làm việc trong một thời gian tlv mà nhiệt độ phát nóng chưa đạt tới bão hòa và sau đó nghỉ một thời gian tng mà nhiệt độ chưa giảm về nhiệt độ ban đầu rồi lại tiếp tục làm việc và nghỉ xen kẽ. Quá trình làm việc và nghỉ cứ lặp lại tuần hoàn như vậy. Để thể hiện mức độ làm việc lặp, người ta dùng khái niệm hệ số làm việc (còn gọi hệ số đóng điện):

ĐL% = $\frac{t_{lv}}{t_{lv}+t_{ng}}$.100% (3.15)

Trong thực tế ĐL% thường bằng 25%, 40%, 60%. Trong chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại, nhiệt độ phát nóng nhỏ hơn chế độ làm việc dài hạn nhưng lớn hơn ở chế độ ngắn hạn. Tổng thời gian làm việc tlv và thời gian nghỉ tng̀ gọi là thời gian chu kì tck.

tck = tlv + tng

Ta giả thiết tại thời điểm ban đầu độ chênh nhiệt độ của vật dẫn là t0 sau thời gian làm việc tlv vật dẫn được đốt nóng đến độ chênh nhiệt là:

t1= tôđ(1-e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$) + t0 e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$ (3.16)

Sau thời gian nghỉ tng vật dẫn nguội xuống nhiệt độ:
[missing_resource: graphics29.wmf]

t2 = t1 e $^{\frac{-t_{ng}}{T}}$ (3.17)

Chu kì tiếp theo vật dẫn lại bị đốt nóng tới độ chênh nhiệt độ:

t3= tôđ(1- e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$) + t2 e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$ (3.18)

Sau một số chu kì nhiệt độ chênh lệch nhiệt độ đạt đến độ chênh nhiệt cực đại $t$max và độ chênh lệch nhiệt độ cực tiểu $t$min không thay đổi, ta gọi là thời kì ổn định. Tương tự như trên, ta viết:

Quá trình phát nóng $t$max = tôđ (1- e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$) + $t$min e $^{\frac{-t_{lv}}{T}}$ (3.19)

Quá trình nguội lạnh: $t$min = $t$max . e $^{\frac{-t_{ng}}{T}}$ (3.20)

Giải hai phương trình này ta được:

$t$max = $\frac{\tau_{ââ}\, 1-e^{\frac{-t_{lv}}{T}}}{1-e^{-\frac{t_{lv}+t_{ng}}{T}}}$ (3.21)

Với: tôđ :độ chênh nhiệt độ ổn định bằng độ chênh nhiệt cho phép tf [0C].

$t$max: độ chênh nhiệt độ lớn nhất khi làm việc ngắn hạn lặp lại [0C].

Có: max< f = tôđ nên có thể cho tăng tải thêm lên để làm việc như ở đường cong phát nóng 2(ứng với $t$nl> tf) hình 3-3, để sau thời gian làm việc = f.

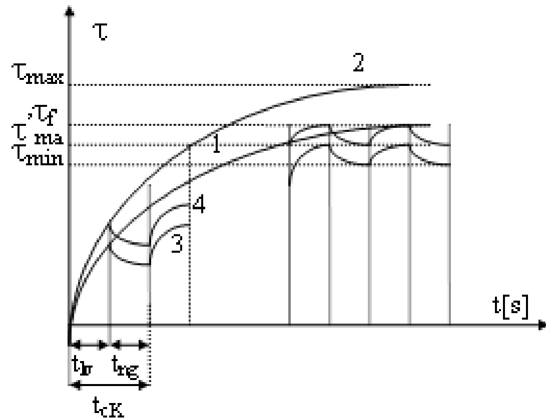
Ta có:

f = nl $\frac{1-e^{\frac{-t_{lv}}{T}}}{1-e^{-\frac{t_{lv}+t_{ng}}{T}}}$ (3.22)

Hệ số quá tải công suất: Kp = $\frac{\tau_{nl}}{\tau_{cf}} = \frac{1-e^{\frac{-t_{CK}}{T}}}{1-e^{-\frac{t_{lv}}{T}}}$ (3.23)

Hệ số quá tải dòng điện:

KI = $\frac{I_{nl}}{I_f} = \sqrt{K_P} = \sqrt{\frac{1-e^{-\frac{t_{CK}}{T}}}{1-e^{-\frac{t_{lv}}{T}}}}$ (3.24)



Hình minh họa: *Phát nóng khi ngắn hạn lặp lại*

Hình 3-3 so sánh đặc tính phát nóng khi làm việc trong chế độ ngắn hạn lặp lại (đường 3) với đặc tính phát nóng khi làm việc dài hạn (đường 1) ta thấy khi làm việc ngắn hạn lặp lại lại có thể tăng thêm phụ tải (đường 4).

SỰ PHÁT NÓNG KHI NGẮN MẠCH

Thời gian xảy ra ngắn mạch rất ngắn nên nhiệt độ cung cấp cho vật thể hoàn toàn dùng để đốt nóng vật dẫn và gần đúng ta coi không có nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh. Trong thời gian dt dòng điện ngắn mạch sinh ra nhiệt lượng là:

dQ = K2m. I2 .R.dt = K2m .I2 . $\rho\frac{l}{s}$.dt (3.25)

Trong đó: Km = $\frac{I_{\text{nm}}}{I}$, với Inm là trị số dòng ngắn mạch qua vật dẫn; I là dòng điện định mức qua vật dẫn; S là tiết diện vật thể.

Toàn bộ nhiệt lượng do dòng điện ngắn mạch sinh ra dùng để đốt nóng vật dẫn lên độ chênh nhiệt độ là d nm . Ta có phương trình:

dQ = C.G.d mn = C.S.l. g.d mn (3.26)

Với g là khối lượng riêng của vật dẫn. C là nhiệt dung riêng của vật dẫn.

So sánh biểu thức (3.25) và (3.26) ta có: d mn = $\frac{\rho}{\gamma.c}$ K2m $\frac{I}{F}$ ^{2}.dt.

Lấy tích phân ta được:

nm = $\frac{\rho.K_m^2}{\gamma.c}$. $\int_0^t$ $\frac{I}{S}$ ^{2}.dt (3.27)

-Khi I = const thì: $\int_0^t$ $\frac{I}{S}$ ^{2}dt= $\frac{I}{S}$ ^{2}t = J2t. Có: nm= $\frac{\rho.K_m^2}{\gamma.c}$J2t (3.28)

Nếu độ chênh nhiệt lúc bắt đầu ngắn mạch là ôđ thì khi kết thúc ngắn mạch độ chênh nhiệt sẽ là: ,nm = ôđ + nm. Trong thực tế ρ, C thay đổi theo nhiệt độ : C = C0 [1+ b0 (ôđ + nm)],

ρ= ρ0 [1+ α0 (ôđ + nm)]. Trong đó: C0: nhiệt dung riêng khi = 0; b0: hệ số nhiệt độ tỉ nhiệt.

ρ0: điện trở suất khi = 0; α0: hệ số nhiệt điện trở. Thay vào (3.28) ta được:

nm = $\frac{K_m^2}{\gamma}$ $\frac{\rho_0[1+\alpha_0(\tau_{\text{ăâ}}+\tau_{\text{nm}})]}{c_0[1+b_0(\tau_{\text{ăâ}}+\tau_{\text{nm}})]}$. $\frac{I}{S}$ ^{2}.dt (3.29)

Lực điện động
Trình bày đại cương về lực điện động

KHÁI NIỆM CHUNG

Một vật dẫn đặt trong từ trường, có dòng điện I chạy qua sẽ chịu tác động của một lực. Lực cơ học này có xu hướng làm biến dạng hoặc chuyển dời vật dẫn để từ thông xuyên qua nó là lớn nhất. Lực chuyển dời đó gọi là lực điện động. Chiều của lực điện động được xác định theo quy tắc bàn tay trái.

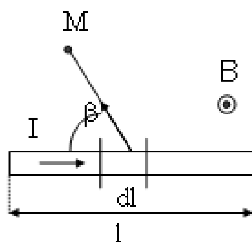
Ở trạng thái làm việc bình thường, thiết bị điện được chế tạo để lực điện động không làm ảnh hưởng gì đến độ bền vững kết cấu. Khi ngắn mạch dòng tăng lên rất lớn (có lúc tới hàng chục lần Iđm) do đó lực điện động sẽ rất lớn. Trong một số trường hợp dòng lớn, lực có thể tới hàng chục tấn. Lực làm biến dạng đôi khi có thể làm phá vỡ kết cấu thiết bị. Do đó cần phải nghiên cứu lực điện động để ngăn ngừa tác hại của nó khi lựa chọn, tính toán và thiết kế thiết bị điện.

Ngoài ra người ta còn nghiên cứu ứng dụng lực điện động để chế tạo các thiết bị điện như rơle điện động, cơ cấu đo điện động,...

CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN LỰC ĐIỆN ĐỘNG

Phương pháp sử dụng định luật Bio-Xavar-Laplax

Theo quan điểm của phương pháp này lực điện động là kết quả tương tác lẫn nhau của dây dẫn l mang dòng điện I và từ trường do dây dẫn khác tạo nên.



Hình minh họa: Lực điện động

- Lực điện động tác dụng lên chiều dài l khi có dòng điện I đặt trong từ trường có từ cảm $\vec{B}$ là:

$\vec{\Delta F} = I.\vec{\Delta l} x \vec{\Delta B}$ hay $|\vec{\Delta F}| = I.B.\Delta l.\sin\alpha$

Với góc là góc hợp bởi $\vec{\Delta l}$ và $\vec{B}$ ($\vec{\Delta l}$cùng chiều $\vec{I}$).

là góc xác định theo chiều quay nhỏ nhất.

- Dạng vi phân là $d\vec{F} = I.d\vec{l}x\vec{B}$

$|d\vec{F}| = I.B.$dl.sinα (4-1)

Có : $\vec{\text{dl}}$trùng chiều dòng điện i.

Từ đó ta có lực điện động :

$|\vec{F}| = \int_0^l |d\vec{F}| = \int_0^l I.$Bdlsin$\alpha$= I.B. l. sin$\alpha$ (4-2)

- Nếu hai dây dẫn cùng trong một mặt phẳng = 900 thì $F = \int_0^l$ IBdl=I.B.l.

Muốn xác định được F ta phải tìm được quan hệ B = B(l), cảm ứng từ phụ thuộc kích thước dây dẫn.

- Theo Bio-Xavar-Laplax thì cường độ từ cảm tại một điểm M $\vec{B}$ có trị số là :

$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\vec{l}x\vec{r_0}}{r^2}$, hay $|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{\text{dl.sin}\beta}{r^2}$ (4-3)

Trong đó:

$\vec{r}_0$laì veïctå âån vë choün tæì dl âãún M coï $|\ \vec{r}_0\ | = 1$

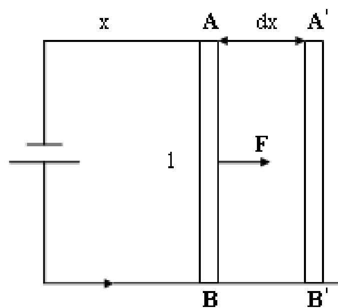
r:laì khoaíng caïch tæì dl âãún M.

β: goïc håüp båíi d$\vec{l}$vaì$\vec{r}_0$

$\vec{B}$: veïc tå caím æïng tæì thàóng goïc våïi màût phàóng do d$\vec{l}$vaì$\vec{r}_0$taûo lãn.

{{{{

Phương pháp cân bằng năng lượng



Hình minh họa: Lực tác dụng vào thanh dẫn.

Xét một dây dẫn có dòng điện chạy qua như hình minh họa trên. Khi dây dẫn dịch chuyển theo hướng x một đoạn dx thì lực điện động được xác định bởi :

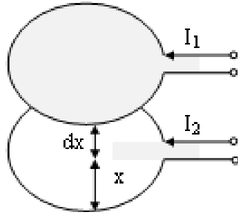
dw = F.dx $\Rightarrow$ $F = \frac{\mathrm{dw}}{\mathrm{dx}}$ (4-4)

Trong đó:

+ dw : độ biến thiên năng lượng từ trường của vật dẫn mang dòng điện khi di chuyển một đoạn dx.

+ x : phương chuyển dời có thể có của dây dẫn dưới tác dụng của lực F.

+ Chiều $\vec{F}$ trùng với chiều dx.



Hình minh họa: Lực giữa hai vòng dây

Ví dụ: xét hệ hai vật dẫn mang hai dòng điện i1 ; i2 như hình minh họa trên đặt song song cách nhau một khoảng x. Năng lượng từ trường của hệ là:

$$W_M = \frac{1}{2}L_1 i_1^2 + \frac{1}{2}L_2 i_2^2 + \mathrm{Mi}_1 i_2 \text{vaìlæûc taïc duûng laì :}$$

$$F = \frac{\mathrm{dw}_M}{\mathrm{dx}} = \frac{d\ \frac{1}{2}L_1 i_1^2 + \frac{1}{2}L_2 i_2^2 + \mathrm{Mi}_1 i_2}{\mathrm{dx}}$$

$$\text{Ta coï læûc taïc duûng riãng reî seî laì :}$$

$$F_1 = \frac{1}{2}i_1^2 . \frac{\mathrm{dL}_1}{\mathrm{dx}} [J/\mathrm{cm}]$$

$$F_2 = \frac{1}{2}i_2^2 . \frac{\mathrm{dL}_2}{\mathrm{dx}} [J/\mathrm{cm}]$$

$\{$

Khi vật thể biến dạng hoặc chuyển dời ta giả thiết các dòng điện bằng hằng số. Theo phương pháp này muốn tính lực ta phải biết được biểu thức toán học của hệ số tự cảm L và hỗ cảm M theo x. Các phương pháp tính L và M nêu trong giáo trình lí thuyết trường điện từ.

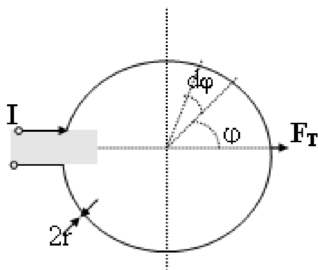
TÍNH LỰC ĐIỆN ĐỘNG TÁC DỤNG LÊN VẬT DẪN

-

Ứng dụng phương pháp cân bằng năng lượng

Ta xét lực điện động trong một số trường hợp vật dẫn đồng nhất nằm trong từ trường đều. Các trường hợp khác có thể tham khảo tài liệu chuyên ngành chế tạo thiết bị.

1. Lực điện động tác dụng lên một vòng dây có dòng i nằm trong một từ trường



Hình minh họa: Lực căng vòng dây

Giả thiết bán kính vòng dây R, bán kính dây dẫn r (hình minh họa). Lực điện động có xu hướng kéo căng vòng dây dẫn bung ra. Giả thiết lực phân bố đều trên chu vi vòng dây. Gọi fR là lực tác dụng lên một đơn vị dài chu vi theo hướng kính, lực tác dụng tổng: $F = 2\pi.R.f_R = \frac{1}{2}I^2.\frac{\mathrm{dL}}{\mathrm{dR}}$ (4-6)

Theo Kiếc khốp có: $L = \mu_0 R \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 1{,}75$.

Và ta giả thiết $\frac{2\mathrm{r}}{R} << 1$ thay vào biểu thức (4-6) ta có:

$F = \frac{1}{2}\mu_0.I^2 \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 0{,}75\ \text{biãút}\mu_0 = 0{,}4.\prod.10^{-8}\left[\frac{H}{m}\right]$

Vậy $F = 2{,}04.\pi.10^{-8}.I^2 \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 0{,}75 \quad [\mathrm{kg}]$ (4-7)

Để tính độ bền cơ khí vòng dây, ta phải xác định lực có xu hướng kéo đứt vòng dây theo hướng kính (là tích phân hình chiếu các lực hướng kính tác dụng lên 1/4vòng dây) là :

$$F_R = \int_0^{\frac{\pi}{2}} f_R.R.\cos\phi.d\phi = f_R.R = 10^{-7}.I^2 \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 0{,}75\ \mathrm{N}$$

* Trong trường hợp cuộn dây có W vòng, thay IW cho I, ta có :

$F_R = 10^{-7}.(\mathrm{WI})^2 \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 0{,}75\ [N] = 1{,}02.10^{-8}.(\mathrm{WI})^2 \ln\frac{8\mathrm{R}}{r} - 0{,}75\ [\mathrm{kg}]$. (4.9)

Chú ý: 1[N]=0,102 [kg] và 1[J/cm]=10,2[kg].

b) Tính lực điện động giữa hai dây dẫn tiết diện tròn đặt song song mang dòng i

Ta sử dụng phương pháp cân bằng năng lượng với giả thiết hai dây dẫn có bán kính r đặt song song cách nhau khoảng a.

Ta biết theo lí thuyết trường đối với dây dẫn như trên thì hệ số tự cảm là :

$$L = \frac{\mu_0.l}{2\pi}\ \frac{1}{2} + 2.\ln\frac{a-r}{r}$$

Với: l là chiều dài của dây dẫn.

Lực tác dụng vào từng thanh dẫn được tính:

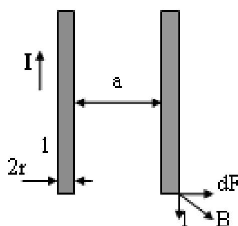
$F = \frac{\mathrm{dW}_M}{\mathrm{da}} = \frac{I^2.\mathrm{dl}}{2\mathrm{da}} = 0{,}2.10^{-8}.I^2.\frac{l}{a-r}$ [J/cm]. (4.10)

Nếu có a>>r thì:

$F = 2{,}04.10^{-8}.I^2.\frac{l}{a}$ [kg] (4.11)

Nếu dòng trong hai dây cùng chiều thì hai dây dẫn sẽ hút

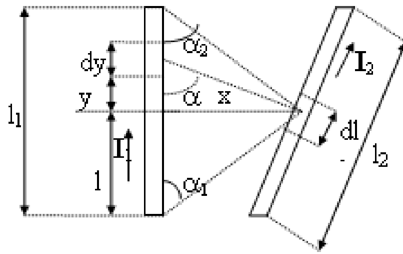
nhau và ngược chiều thì đẩy nhau.



***Hình minh họa**: Hai thanh đặt song song*

Ứng dụng định luật Bio-Xavar-Laplax

a) Lực điện động tác dụng lên hai dây dẫn đặt trong cùng một mặt phẳng



Hình minh họa: Hai thanh trong cùng mặt phẳng

Trên hình minh họa là hai dây dẫn l1 và l2 cùng đặt trong một mặt phẳng. Dây dẫn l1 mang dòng I1 dây dẫn l2 mang dòng I2.

Ta tìm sự phân bố lực lên dây dẫn l2.

Ta chọn trục tung oy trùng với dây l1 (chọn hệ xoy hình 4-6). Dòng I1 ở đơn vị dy trong dây l1 tạo ra ở đoạn dl có cường độ từ cảm là :

$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I_1 \frac{d\vec{y}\ x\ \vec{r}_0}{r^2}$ hay:

$\mathrm{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I_1 \mathrm{dy} \frac{\sin(\pi - \alpha)}{r^2}$

Vì có: sin($p - \alpha$)= sin α nên:

$\mathrm{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I_1 \mathrm{dy} \frac{\sin\alpha}{r^2}$

Lực tác dụng lên đoạn dl2 do I1dy gây ra là:

$d\vec{F} = I_2.d\vec{l}_2 x d\vec{B}$

Hay:

$\mathrm{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I_1 I_2 \mathrm{dy.dl}_2 \frac{\sin\alpha}{r^2}.\mathrm{sin}90^0$

Từ hình 4-6 ta có :

y=cotg α;$\mathrm{dy} = \frac{-x}{\sin^2\alpha} d\alpha$;$r = \frac{x}{\sin\alpha}$

Vậy:

$\mathrm{dF} = \frac{\mu_0.I_1 I_2}{4\pi.x}.\mathrm{dl}_2.\mathrm{sin}\alpha.d\alpha$ (4.12)

Lực tác dụng lên đoạn dl2 ở vị trí x trên do dòng I1 chạy trong l1 gây ra là :

$\mathrm{dF}_x = -\frac{\mu_0.I_1.I_2}{4\pi.x} \int\limits_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin\alpha.d\alpha$ (4-13)

Lực tác dụng lên một đơn vị dài của dây l2 tại vị trí xi do $\vec{I_1}$trongl_1 gây lên là :

$F_{x_i} = \frac{\mathrm{dF}_{x_i}}{\mathrm{dl}_2} = \frac{\mu_0.I_1.I_2}{4\pi}.\frac{\cos\alpha_{2i}-\cos\alpha_{1i}}{x_i}$ (4-14)

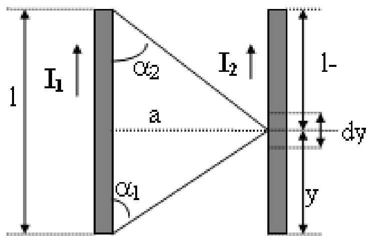
Chú ý : khi chọn các điểm tính x dọc chiều dài l2 góc   và độ dài x biến thiên dẫn đến các lực Fx biến

thiên không đều dọc chiều dài l2 của dây 2.

Điểm tác dụng của lực tổng F sẽ qua trọng tâm dây l2.

Bằng phương pháp vẽ ta có thể biết sự phân bố của lực dọc chiều dài dây l2.

1. Lực điện động giữa hai dây dẫn đặt song song trong đó một dây dài vô tận



Hình minh họa: Hai thanh song song

Hình minh họa, xét khi dây l1 =   ; dây l2 = l khoảng cách giữa hai dây x = a. Áp dụng biểu thức (4.14) ta thay   1 =   ;   2 = 0; x = a vào ta có : $F_{\mathrm{xi}} = \frac{2\mu_0.I_1.I_2}{4\pi.a} = \mathrm{const}$

Lực điện động tác dụng lên dây dẫn l2 là :

$F_2 = \frac{2\mu_0.I_1.I_2}{4\pi}.\frac{l}{a}$ (4-14)

và có $F_2 = 0{,}2.I_1.I_2.\frac{l}{a}.10^{-8}[\mathrm{J/cm}]\mathrm{hay}\ \mathrm{F}_2 = 2{,}04.I_1.I_2.\frac{l}{a}.10^{-8}[\mathrm{kg}]$.

c) Lực điện động giữa hai dây dẫn song song có chiều dài bằng nhau

Áp dụng công thức (4.12) ở phần trước và thay x = a; dl2 = dy ta có :

dF $= \frac{\mu_0.I_1.I_2}{4\pi.a}$.dy$(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$ (4-15)

Trên hình 4-7 có : $\cos\alpha_2 = \frac{l-y}{(l-y)^2+a^2}$,coìn$\cos\alpha_1 = -\cos(\pi - \alpha_1) = \frac{y}{\sqrt{y^2+a^2}}$

Vậy : $F = \frac{\mu_0.I_1.I_2}{4\pi.a}\left[\int_0^l \frac{(l-y)\mathrm{dy}}{\sqrt{(l-y)^2+a^2}} + \int_0^l \frac{\mathrm{ydy}}{\sqrt{y^2+a^2}}\right]$ (4-16)

Tính từng tích phân riêng rẽ có :

$$A = \int_0^l \frac{\mathrm{ydy}}{\sqrt{y^2+a^2}}$$

Nếu đặt z2= y2+a2 ⇒2zdz = 2ydy và:

+ khi y= 0 thì z= a

+khi y=1 thì z= $\sqrt{l^2+a^2}$

đổi cận ta có :

$$A = \int_0^l \frac{\mathrm{ydy}}{\sqrt{y^2+a^2}} = \int_a^{\sqrt{l^2+a^2}} \mathrm{dz} = \sqrt{a^2+l^2} - a.$$

$$\int_0^l \frac{(l-y)\mathrm{dy}}{\sqrt{(l-y)^2+a^2}} = -\int_l^0 \frac{\mathrm{udu}}{\sqrt{u^2+a^2}} = \sqrt{l^2+a^2} - a$$

Đổi cận ta có:

$$F = \frac{\mu_0.I_1.I_2}{4\pi.a}.2\sqrt{a^2+l^2} - a = \frac{\mu_0.I_1.I_2}{2\pi}.\frac{l}{a^2}\left[\sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}} - \frac{a}{l}\right]$$

Từ đó thay vào (4.16) ta có :
$\phi(\frac{a}{l}) = \sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}} - \frac{a}{l}$hay coìn goüi haìm hiãûu chènh khi l>>a thç$\phi(\frac{a}{l}) \approx 1$coï :

đặt $F = 0{,}2I_1.I_2.\frac{l}{a}.\phi(\frac{a}{l}).10^{-8}[J/\mathrm{cm}]$hay:$F = 2{,}04.I_1.I_2.\frac{l}{a}.\phi(\frac{a}{l}).10^{-8}[\mathrm{kg}]$

$$F = 0{,}2I_1I_2l.\frac{1}{h^2}\left[\frac{2\mathrm{h}}{a}\mathrm{arctg}\frac{h}{a} - \ln l + \frac{h^2}{a^2}\right].10^{-8}[J/\mathrm{cm}]$$

Khi hai thanh dẫn có tiết diện chữ nhật với kích thước rộng b, cao h và dài l

+ Nếu có b h, b a thì :

$F = 0{,}2.I_1 I_2 \frac{l}{a}.10^{-8}\phi(f)[J/\text{cm}]$. Có thể viết dưới dạng :

$F = 2{,}04.I_1 I_2 \frac{l}{a}.10^{-8}\phi(f)[\text{kg}]\text{hay } j$

có $\frac{h}{a};\frac{a-b}{h+b}$ (f) gọi là hàm Dwight phụ thuộc theo $F = 2{,}04.I_1 I_2 \frac{l}{a}.10^{-8}\phi(f)[\text{kg}]$

+ Nếu h<<a ; h/b<1 thì:

$\phi(f) = \frac{a^2}{b^2}[(1+\frac{a}{b}) + (1-\frac{b}{a}).\ln(1-\frac{b}{a})]$

Trong đó : $\sqrt{2}$.

LỰC ĐIỆN ĐỘNG TRONG MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

Mạch xoay chiều một pha

Xét hai dây dẫn song song có hai dòng điện i1, i2 cùng pha (hoặc lệch một góc) giả thiết i1 = i2 = Imsin t = I
$F = C.I_m^2.\sin^2\omega.t = C.I_m^2.\frac{1-\cos2\omega.t}{2} = \frac{C.I_m^2}{2} - \frac{C.I_m^2.\cos2\omega.t}{2} = F_1 + F_2\sin$ t = i

Lực điện động F = C.i2 , với C là hằng số :

Hình 4-8: Lực điện động trong mạch một pha $F_1 = \frac{\text{CI}_m^2}{2}$

Trong đó :

$F_2 = -\frac{\text{CI}_m^2.\cos2\omega t}{2} = -F_1\cos2\omega t$là thành phần không đổi.

$F_{\text{tb}} = \frac{C.I_m^2}{2} = \text{CI}^2$là

thành phần lực thay đổi.

Ta biểu diễn như hình 4-8 :

Lực F biến thiên khoảng từ 0 đến CIm2.

- Lực trung bình $i = \sqrt{2}.I\ e^{-\frac{t}{T}} - \cos\omega t$

Khi xảy ra ngắn mạch lực F rất lớn, dòng điện $\lambda = \frac{1}{T}$

Hình 4-9: Lực điện động khi ngắn mạchĐặt $\lambda = 22$ là hệ số cản của dòng không tuần hoàn, phụ thuộc vào máy phát điện và các thông số của mạch điện. Theo thí nghiệm có $F = \mathrm{Ci}^2 = 2\mathrm{CI}^2(e^{-\lambda t} - \cos\omega t)^2$, ta có lực điện động là:

$\sqrt{2}$

Tức là trong mạch gồm hai thành phần là thành phần biến đổi tuần hoàn và thành phần không tuần hoàn. Sau một số chu kì (nT) thành phần không tuần hoàn suy giảm về 0, do đó lực ổn định (một số nửa chu kì đỉnh nhọn thấp dần, một số nửa cao dần đến bằng nhau và ổn định như hình 4-9).

$$i_1 = I\sqrt{2}.\sin\omega.t$$
$$i_2 = I\sqrt{2}.\sin(\omega.t - \frac{2\pi}{3})$$
$$i_2 = I\sqrt{2}.\sin(\omega.t + \frac{2\pi}{3})$$

Theo thí nghiệm sau t = thì có i đạt cực đại imax = 1,8 I

$\{\{$

và lực:

FMax = CI2 = C.6,48I2.

Lực điện động trong mạch xoay chiều ba pha

Fđ1 Fk1 AFđ2 Fk2 BCa)YXABCFACFAB

[missing_resource: .wmf]

b)Hình 4-10: Lực điện động trong mạch xoay chiều ba pha Giả sử dòng điện trong các pha A, B, C lần lượt là :

$$F = C_1 i_1 i_2 + C_3 i_1 i_3$$
$$= 2\mathrm{I}^2\left[C_1 \sin\omega t.\sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) + C_3 \sin\omega t.\sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})\right]$$

a) Khi bố trí ba dây trên một mặt phẳng (hình 4-10a)

Gọi C1 hằng số lực giữa dây A và B, C2 dây B và C, C3 dây A và C . Ta có:

+ Lực tác dụng lên dây pha A là:

$$F_{k_1} = \frac{I^2}{2}\left[2\sqrt{C_1^2 + C_3^2 - C_1C_3} - (C_1 + C_3)\right]$$

Chọn chiều tăng theo thời gian t: dấu (+) với lực kéo về hai dây kia và (-) với lực đẩy ra. Tiến hành thay số ta tính toán và tìm được các trị số lực đẩy và lực kéo cực đại của pha A là: $F_{\hat{a}_1} = -\frac{I^2}{2}\left[2\sqrt{C_1^2 + C_3^2 - C_1C_3} + (C_1 + C_3)\right]$.

Chọn sin2 t và cos2 t dấu (-) lực ngược lại là lực đẩy nhau:

$$F_{k_2} = \frac{I^2}{2}\left[2\sqrt{C_1^2 + C_2^2 + C_1C_2} - (C_1 - C_2)\right].$$

+ Với dây pha C giống dây A.

+ Dây pha B : tương tự ta có Fk2 và Fđ2 là :

$$F_{\hat{a}_2} = -\frac{I^2}{2}\left[2\sqrt{C_1^2 + C_2^2 + C_1C_2} - (C_1 - C_2)\right].$$

$$F_{k_1} = 0{,}115.C_1I^2$$
$$F_{\hat{a}_1} = -1{,}615.C_1I^2$$

.

{

$$F_{k_2} = 1{,}73C_1I^2$$
$$F_{\hat{a}_2} = -1{,}73C_1I^2$$

Nếu chọn C1 = C2, C3 = 0,5C1 thì ta có pha A:

{

Có nghĩa là ở pha A lực đẩy gấp khoảng 14 lần lực kéo. Còn ở pha B thì:

$F = \frac{\sqrt{3}}{2}\mathrm{CI}^2\sqrt{2 - 2.\mathrm{cos2\omega t}} = \sqrt{3}I^2C.\mathrm{sin}\omega t$

b) Trường hợp ba dây dẫn bố trí trên ba đỉnh tam giác đều

Ta giả thiết lần lượt ba dòng điện i1, i2, i3 cho ở trên đi vào dây dẫn các pha A, B, C được bố trí trên ba đỉnh tam giác đều như hình 4-10b.

Ta có hệ số C1=C2=C3=C

+ Lực tác dụng lên dây pha A sau khi thay số và tính toán ta được:

$$i_1 = \sqrt{2}I\left[e^{-\lambda t}\mathrm{cos}\phi - \cos(\omega t + \phi)\right]$$
$$i_2 = \sqrt{2}I\left[e^{-\lambda t}\mathrm{cos}(\phi - \frac{2\pi}{3}) - \cos(\omega t + \phi - \frac{2\pi}{3})\right]$$
$$i_3 = \sqrt{2}I\left[e^{-\lambda t}\mathrm{cos}(\phi + \frac{2\pi}{3}) - \cos(\omega t + \phi + \frac{2\pi}{3})\right]$$

{{

+ Lực tác dụng lên dây B và dây C tương tự như dây A chỉ có góc pha thay đổi.

Lực điện động trong ba pha khi ngắn mạch

Dòng trong các pha khi ngắn mạch là :

$F_{\hat{a}_1} = -\sqrt{3} C_1 2\mathrm{I}^2 \sin^2\frac{\omega t}{2}\left[\frac{\sqrt{3}}{2} - \cos\omega t\right]$

Trong đó :

:góc pha của dòng điện trong pha thứ nhất khi bắt đầu xảy ra sự cố; : hệ số cản. Nếu giả thiết không xét đến thành phần không tuần hoàn với e- t = 1 ta có :

+ Lực tác động dây A là : F = C1i1i2 + C3i1i3

+ Lực tác dụng lên dây B là : F = C1i1i2 + C2i2i3

Khi xét ba dây cùng nằm trong một mặt phẳng, lực điện động không chỉ phụ thuộc thời gian t mà phụ thuộc cả thời điểm xảy ra ngắn mạch .

$$F_{\hat{a}_{1\max}} = -6{,}46 C_1 I^2$$
$$F_{k_1} = 0$$

Xét : +) Khi = - 150 mà xảy ra ngắn mạch thì

{

Nếu t = thì $F_{k_1} = -\sqrt{3} C_1 2\mathrm{I}^2 \sin^2\frac{\omega t}{2}\left[\frac{\sqrt{3}}{2} + \cos\omega t\right]$

+) Khi = 750 mà ngắn mạch thì $Z = \frac{112}{l^2}\sqrt{\frac{E.J}{g_1}}$

t = thì Fk1max = 0,16C1I2, Fđ1max = -1,5C1I2.

CỘNG HƯỞNG CƠ KHÍ VÀ ỔN ĐỊNH LỰC ĐIỆN ĐỘNG

Cộng hưởng cơ khí

Khi dòng điện xoay chiều đi qua thanh dẫn (thanh cái) lực điện động sẽ gây chấn động và có thể phát sinh hiện tượng cộng hưởng cơ khí.

Điều kiện tránh cộng hưởng cơ khí

Muốn không xảy ra cộng hưởng thì tần số dao động riêng của thanh cái phải bé hơn tần số sóng cơ bản của lực. Trong thực tế người ta thường thay đổi khoảng cách giá

đỡ thanh cái để điều chỉnh trị số tần số dao động riêng của thanh cái.

Tần số dao động riêng thanh cái tính theo biểu thức :

$\sqrt{2} I_{\text{âm}} K_m \geq i_{\text{xk}}$

Trong đó :

l : khoảng cách giá đỡ cách điện; E : mô đun đàn hồi [kg/cm2].

J : mô men quán tính (lấy trục thẳng góc với hướng uốn làm chuẩn)

g1 : trọng lượng đơn vị dài thanh cái [kg].

Nếu không thực hiện được điều kiện trên thì có thể phải giải quyết bằng điều chỉnh tần số riêng của thanh cái z để lớn hơn tần số sóng cơ bản. Chú ý tần số lực điện động gấp hai lần tần số dòng điện f1 = 2fI' > z.

Ổn định lực điện động

Trong thiết bị điện phải tính lực điện động để kiểm tra xem thiết bị điện có đạt độ bền cơ hay không. Ổn định lực điện động là khả năng chịu đựng tác động cơ khí do lực điện động sinh ra khi ngắn mạch.

Để đảm bảo cần điều kiện cần thì: Im > Ixk với :

+Im : dòng cho phép lớn nhất của thiết bị điện, ixk : dòng xung kích tính toán khi ngắn mạch ba pha. Có thể dùng bội số cho phép (Km) lớn nhất để kiểm tra lực điện động.

$I_m = i_{\text{xk}} \approx 2{,}55 \frac{S_{\text{ng}}}{\sqrt{3} U_{\text{âm}}} [\text{kA}]$, trong đó : Km là bội số dòng cho phép lớn nhất.

Chú ý : theo tính toán ngắn mạch trong mạng ba pha, lực điện động khi ngắn mạch một pha (Fmax = CI12 = C.6,48Iđm2) lớn hơn lực điện động khi ngắn mạch ba pha (Fđ1max = C1.6,46Iđm2), nhưng do khi ngắn mạch ba pha chiều lực thay đổi trong không gian nên phải dùng để kiểm tra khả năng chịu lực ở các điểm.

- Nếu thiết bị điện không ghi giá trị Im thì có thể xác định theo công thức :

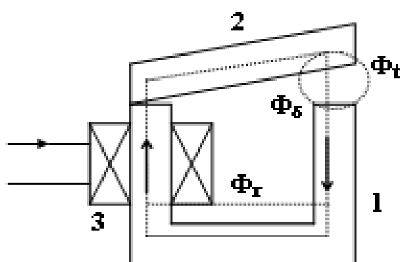
Với : Sng : công suất ngắt mạch [MVA]; Uđm : điện áp định mức hiệu dụng [kV].

Cơ cấu điện từ
Phần này trình bày khái niệm chung về mạch từ

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MẠCH TỪ

Khái niệm

Các thiết bị điện như rơle, công tắc tơ, khởi động từ, áp tô mát,...đều có bộ phận làm nhiệm vụ biến đổi từ điện năng ra cơ năng. Bộ phận này gồm có cuộn dây và mạch từ gọi chung là cơ cấu điện từ, chia làm hai loại xoay chiều và một chiều. Để nắm được những quy luật điện từ ta xét mạch từ và phương pháp tính toán mạch từ.



Hình minh họa: *Kết cấu mạch từ*
1. Thân mạch từ; 2. Nắp mạch từ ;3. Cuộn dây

Mạch từ được chia làm các phần:

- Thân mạch từ.

- Nắp mạch từ.

- Khe hở không khí chính   và khe hở phụ   p.

- Khi cho dòng điện chạy vào cuộn dây thì trong cuộn dây có từ thông   đi qua, từ thông này cũng chia làm ba phần :

a) Từ thông chính   là thành phần qua khe hở không khí gọi là từ thông làm việc lv.

b) Từ thông tản t là thành phần đi ra ngoài khe hở không khí xung quanh

c) Từ thông rò r là thành phần không đi qua khe hở không khí chính mà khép kín trong không gian giữa lõi và thân mạch từ.

Tính toán mạch từ

Tính toán mạch từ thực chất là giải hai bài toán:

1. Bài toán thuận : biết từ thông   tính sức từ động

F = IW loại này gặp khi thiết kế một cơ cấu điện từ mới.

b) Bài toán nghịch : biết sức từ động F = IW cần tìm từ thông (gặp khi kiểm nghiệm các cơ cấu điện từ có sẵn).

Để giải quyết được hai bài toán trên cần phải dựa vào các cơ sở lí thuyết sau:

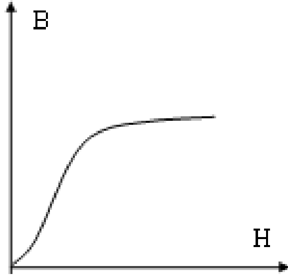
- Biết đường cong từ hóa của vật liệu sắt từ.

- Nắm vững các định luật cơ bản về mạch từ.

- Biết được từ dẫn khe hở.

Các lí thuyết cơ sở

1. Đường cong từ hóa B = f(H) hình minh họa



Hình minh họa: *Đường cong từ hóa*

b) Các định luật cơ bản mạch từ

$W_{t_1} = \frac{I_1\psi_1}{2};W_{t_2} = \frac{I_2\psi_2}{2};$ + Định toàn dòng điện $F = \mathrm{IW} = \oint_l \mathrm{Hdl}$
$\varDelta W_t = \frac{I_1+I_2}{2}(\psi_2 - \psi_1)$

+ Định luật Ohm trong mạch từ: $\varphi = \frac{F}{R_M} = \frac{\mathrm{IW}}{R_M}$

+Định luật Kiếc Khốp 1 cho mạch từ : $\sum \varphi_i = 0$

+Định luật Kiếc Khốp 2 cho mạch từ: $\sum \varphi_i R_{\mathrm{Mi}} = \sum F_i$ (tổng đại số độ sụt từ áp trên một mạch từ kín bằng tổng đại số các sức từ động tác dụng trong mạch từ đó).

c) Từ dẫn của khe hở

Vì mạch từ có độ từ thẩm (hệ số dẫn từ) lớn hơn không khí nhiều nên từ trở toàn bộ mạch từ hầu như chỉ phụ thuộc vào từ trở khe hở không khí. Trong tính toán thường dùng từ dẫn $G = \frac{1}{R_M}$. Tương tự như mạch điện thì trong mạch từ dẫn G tỉ lệ thuận với tiết diện mạch từ, tỉ lệ nghịch với chiều dài khe hở không khí.

Có : $G = \mu_0.\frac{S}{\delta}$tæång âæång maûch âiãûn$g = \alpha.\frac{S}{l}$với:

+ $G\left[\frac{\mathrm{Wb}}{A}\right]$:từ dẫn khe hở không khí.

+ $\mu_0 = 1{,}25.10^{-8}\frac{\mathrm{Wb}}{A.\mathrm{cm}}$: hệ số từ thẩm không khí.

+ [cm]: chiều dài khe hở.

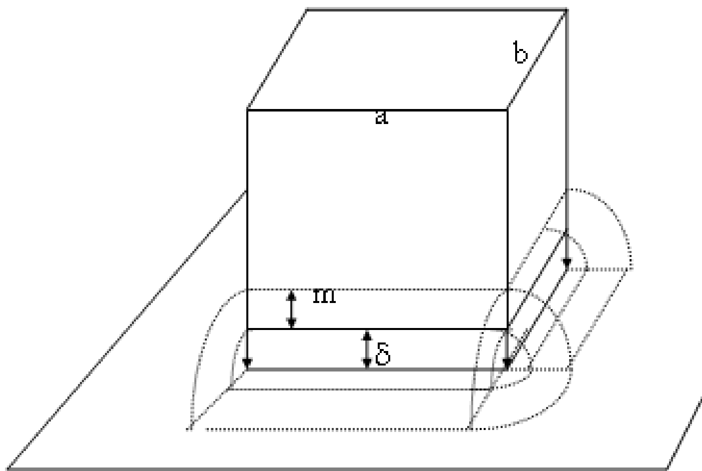
+S [cm2]: diện tích từ thông đi qua (tiết diện).

Công thức này dùng trên cơ sở giả thiết : từ thông qua khe hở không khí phân bố đều đặn (các đường sức từ song song với nhau), công thức chỉ đúng khi khe hở rất bé, (khe hở lớn thì càng ra mép càng không song song). Thực tế tính từ dẫn rất phức tạp, tùy yêu cầu chính xác mà có các phương pháp tính từ dẫn khác nhau.

TÍNH TỪ DẪN KHE HỞ KHÔNG KHÍ CỦA MẠCH TỪ

Tính từ dẫn bằng phương pháp phân chia từ trường

Xét ví dụ : Có một cực từ tiết diện chữ nhật đặt song song với mặt phẳng. Giả thiết chiều đi từ cực từ xuống mặt phẳng (hình minh họa).



Hình minh họa: Phân chia từ trường

Nếu tính từ dẫn khe hở bằng phương pháp phân chia từ trường ta sẽ phân từ trường thành nhiều phần nhỏ sao cho ở mỗi phần từ trường phân

bố đều(có các đường sức từ song song với nhau) để áp dụng công thức cơ bản tính từ dẫn đã có ở trên. Ở đây ta chia làm 17 phần gồm :

+) 1 hình hộp chữ nhật thể tích: a. b.

+) 4 hình 1/4 trụ tròn có đường kính 2 chiều cao a và b

+) 4 hình trụ 1/4 rỗng có đường kính trong 2 đường kính ngoài 2 + 2m

Bảng 1: Công thức tính từ dẫn của các phần

Hình dạng	Tên gọi	Công thức tính từ dẫn
δ, a, b	Hộp chữ nhật	G = μ_0 ab/δ
δ, l	1/4 Hình trụ đặc	G = 0,52.μ_0 l. (l=a hoặc b)
l, δ, m	1/4 trụ rỗng	-Nếu δ>3m thì: G = μ_0(1,28.m.l) /(2δ+m) -Nếu δ<3m thì: G = μ_0(2l/π).ln(1+m/δ)
δ	1/8 cầu đặc	G = μ_0 0,308δ
m	1/8 cầu rỗng	$G = \mu_0 \cdot \frac{m}{2}$

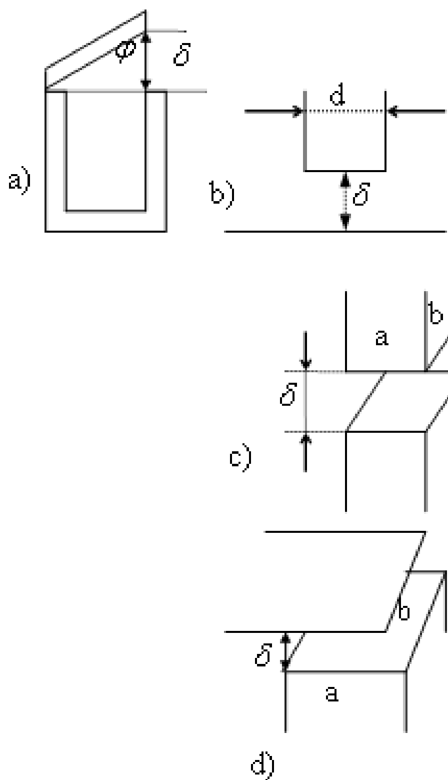
Từ dẫn của từng phần cho theo bảng 1. Trong đó từ dẫn chính G là của trụ chữ nhật, tổng các từ dẫn còn lại là từ dẫn tản. Có $G = \sum_{i=1}^{17} G_i$: nếu có hai từ dẫn nối song song thì nối từ dẫn tương đương Gtđ= G1 + G2.

Nếu nối tiếp thì từ dẫn tương đương là $G_{t\hat{a}} = \frac{G_1 G_2}{G_1 + G_2}$.

Ưu điểm : tính bằng phương pháp này có ưu điểm là chính xác, rõ ràng dễ kiểm tra.

Nhược điểm : có nhiều công thức nên chỉ dùng để tính kiểm nghiệm

Tính từ dẫn bằng công thức kinh nghiệm (dùng khi tính toán sơ bộ)



Hình minh họa: *Một số hình dạng phân bố khe hở*

a) Từ dẫn khe hở không khí giữa nắp và lõi tạo thành góc (hình a)

G = K . G0

Với: K: hệ số điều chỉnh

$K = 2{,}75\sqrt[4]{\phi}$, (tính theo rađian).

+ $G_0 = \mu_0 . \frac{S}{\delta}$

+ S :tiết diện lõi [cm2].

+   : độ dài trung bình khe hở không khí (cm).

0 = 1,25 . 10-8 [Wb/A. cm= H/cm].

b) Từ dẫn giữa cực từ tròn với mặt phẳng (hình b)

$G_0 = \mu_0 . \frac{S}{\delta}\ 1 + \frac{2{,}08}{d}\delta$

c) Từ dẫn giữa hai cực từ chữ nhật(hình c)

$G = K.\mu_0 . \frac{S}{\delta} = K.G_0$

$K = 1 + \frac{0{,}58}{m.n}\ 1 + m\ + \frac{0{,}31}{m.n^2}$, với $m = \frac{b}{a}$;$n = \frac{a}{\delta}$

d) Từ dẫn giữa mặt phẳng và cực từ đặt ở đầu mặt phẳng(hình d)

G = K .G0 = K . 0 . S/

Với K=1+0,58m.n1+1,5m+0,31m.n2 size 12{K=1+ { {0,"58"} over {m "." n} } left (1+1,5m right)+ { {0,"31"} over {m "." n rSup { size 8{2} } } } } {}

e) Từ dẫn giữa mặt phẳng và cực từ đặt ở giữa mặt phẳng

$G = K.\mu_0.\frac{S}{\delta} = K.G_0$

$K = 1 + \frac{0,58}{m.n}\ 1 + 2\text{m}\ + \frac{0,31}{m.n^2}$

Tính từ dẫn bằng phương pháp giải tích

Nguyên tắc của phương pháp này là dựa vào tính chất tương đương giữa sự phân bố từ trường xung quanh vật dẫn từ với điện trường xung quanh vật dẫn điện. Điều kiện bờ giống nhau thì cũng giải tương tự.

Ví dụ: hai vật dẫn từ đặt song song với nhau, nếu ở điện trường thì có công thức:

$$\text{Q=C}(\phi_1 - \phi_2)$$

Qlaìâiãûn têch trãn váût dáùn.

Claìâiãûn dung.

ϕ_1,$\phi_2$laìâiãûn thãú cuía váût dáùn 1 vaì 2.

Với điện tích Q, điện dung C, điện thế .

Ở từ trường có : $\varphi = G\ u_1 - u_2$ với:

φlaì tæì thäng giæîa hai váût dáùn.

G laì tæì dáùn giæîa hai váût dáùn.

U_1,U_2:laì tæì thãú cuía váût dáùn 1 vaì 2.

có: $G = K.C$và K: hệ số phụ thuộc đơn vị chọn.

Ở đây: $K = \frac{\mu_0}{\varepsilon_0}$với $\mu_0 = 1,25.10^{-8}\frac{W.b}{\text{Acm}}$;$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi.9.10^{11}}[F/\text{cm}]$

Vậy với mô hình toán học giống nhau khi đã tìm ra điện dung C thì sẽ tìm ra từ dẫn G.

Một số công thức có được bằng phương pháp giải tích

a) Từ dẫn giữa mặt trụ song song với một mặt phẳng lớn (khoảng cách a>4r)

$$G = \frac{2\pi.\mu.l}{\ln\frac{a+\sqrt{a^2-r^2}}{r}}$$

b) Từ dẫn hai mặt trụ tròn song song (khoảng cách b>4d)

$$G = \frac{\mu_0.\pi}{\ln\frac{b}{r}}.l$$

c) Từ dẫn giữa hai mặt trụ đồng tâm bán kính r1 và r2

$$G = \mu_0.\frac{2\pi l}{\ln\frac{r_2}{r_1}}$$

d) Từ dẫn giữa hai mặt cực từ chữ nhật đặt song song ở trong cùng một mặt phẳng

$G = \mu_0.\frac{l}{2\pi}.\ln 2m^2 - 1 + 2m\sqrt{m^2-1}$, với $m = \frac{2b+d}{d}$

Ngoài ra còn phương pháp vẽ nhưng chỉ dùng khi cực từ hình dạng phức tạp không thể dùng biểu diễn toán học được.

TÍNH TOÁN MẠCH TỪ

Tính mạch từ một chiều

+ Mạch từ một chiều khi làm việc, trong mạch có dòng không đổi I, từ thông =const nên không có tổn hao dòng xoáy, lõi được làm bằng vật liệu sắt từ khối để dễ gia công cơ khí.

Trình tự tính toán mạch từ:

* Vẽ mạch từ đẳng trị.

* Tính từ dẫn G của khe hở không khí và toàn mạch.

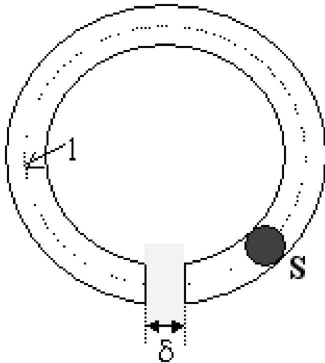
* Giải mạch từ, tìm các tham số chưa biết.

Trong quá trình làm việc khe hở không khí thay đổi làm từ thông biến thiên do vậy ta chia được ra các trường hợp:

a) Tính mạch từ một chiều khi không xét từ thông rò

Với mạch từ khe hở không khí bé, cuộn dây phân bố đều trên mạch từ thì có thể bỏ qua từ thông rò.

Ví dụ: xét mạch từ hình xuyến như hình minh họa; phần sắt từ chiều dài l, tiết diện S, khe hở có từ thông rò rò=0.



Hình minh họa: *Mạch từ hình xuyến*

Giải:

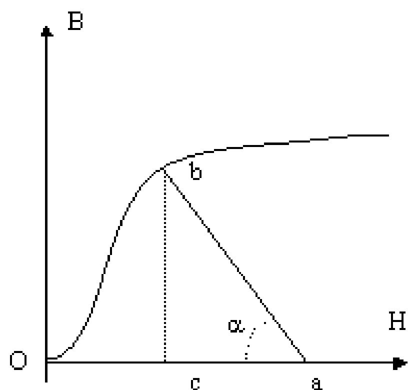
a.1) Biết cần tìm F=IW (do ro=0 nên = do IW sinh ra.

$B_\delta \approx B = \frac{\varphi}{S}$,theo định luật toàn dòng điện có:

$F = \text{IW} = \text{Hl} + H_{\delta}.\delta$ (*), từ trị số B ta tra ra H, với S là tiết diện mạch từ [m2]

Với trị số từ cảm là B thì: $H_\delta = \frac{B_\delta}{\mu_0}$, thay giá trị H vào (*) ta có F=IW.

Hoặc dùng phương trình: $\mathrm{IW} = \varphi\, R_M + \frac{1}{G_\delta}$



Hình minh họa
Tìm từ thông từ đường cong từ hóa

a.2) Biết IW cần tìm

Có : $\mathrm{IW} = H.l + H_\delta.\delta$

Với:
$$\begin{cases} H_\delta = \frac{B_\delta}{\mu_0} = \frac{B}{\mu_0}; \\ G_\delta = \mu_0.\frac{S}{\delta} \text{ nãn coï:} \delta = \mu_0.\frac{S}{G_\delta} \end{cases}$$

$\mathrm{IW} = \mathrm{Hl} + \frac{\mathrm{BS}}{G_\delta}$. Chia hai vế cho l.

Ta có: $\frac{\mathrm{IW}}{l} = H + \frac{B.S}{G_\delta l}$

Trên đường cong từ hóa sắt từ đặt oa$= \frac{\mathrm{IW}}{l}$

- Chọn tỉ lệ xích trục hoành mH (A.vòng/khoảng).

- Chọn tỉ lệ xích trục tung mB (Gauss/khoảng).

Với: tg$\alpha = \frac{G_\delta.l}{\delta}.\frac{m_H}{m_B}$ (cắt đường cong từ hóa tại b) từ b hạ bc $\perp$ OHnhư vậy có

Oc.$m_H = H$;ca.$m_H = \frac{\text{BS}}{G_\delta.l}$;bc.$m_B = B$

do đó $\varphi = B.S = \varphi_\delta$.

Rút ra trường hợp tổng quát

* Đối với những bài toán sức từ động IW giống nhau, nhưng khe hở không khí   khác nhau (tiết diện S khác nhau) thì có thể giải được nhanh chóng bằng cách kẻ từ a các đoạn ab', ab",... tạo với trục hoành các góc ', ",... tung độ các điểm b', b" là trị số B cần tìm.

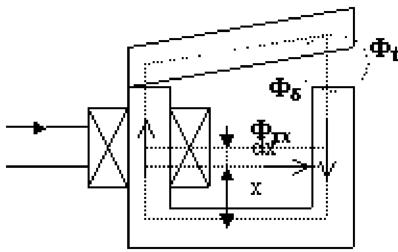
* Khi khe hở không khí   và tiết diện S bằng nhau nhưng sức từ động IW khác nhau thì trên trục hoành ta đặt những đoạn thẳng oa', oa",...có giá trị bằng $\frac{I_1W_1}{l_1}$; $\frac{I_2W_2}{l}$ và kẻ a'b'//a"b" tung độ b', b" là trị từ cảm B cần tìm.

b) Tính mạch từ một chiều khi xét từ thông rò

Khi nắp mạch từ mở thì lượng từ thông rò lớn đáng kể nên khi tính phải xét đến.

Tính hệ số từ thông rò :

Xét mạch từ hình minh họa, ta xét sự phân bố từ thông rò dọc theo chiều cao mạch từ lõi.



Hình minh họa

Mạch từ khi có từ thông rò

Sức từ động trên một đoạn x là $F_X = \text{IW}.\frac{x}{l}$ theo vi phân dx là $d\varphi_{\text{rx}} = F_x.g.\text{dx}$ (g: từ dẫn rò trên đơn vị chiều dài x).

$$\int_0^x d\varphi_{\text{rx}} = \int_0^x F_x.g.\text{dx} = \frac{\text{IW}.g}{l}.\frac{x^2}{2} = \varphi_{\text{rx}}$$

Khi x = 0 thì coï$\varphi_{\text{rx}} = 0;x = l$ nên :

$$\varphi_{\text{rx}} = \varphi_r = \text{IW}.g.\frac{l}{2}$$

Có thể xem từ thông rò r chạy qua một từ dẫn tập trung có giá trị bằng $g.\frac{l}{2}$, từ dẫn rò tập trung được gọi là từ dẫn rò quy đổi.

- Để đánh giá từ thông rò nhiều hay ít ta dùng hệ số từ thông rò :

$$\sigma = \frac{\varphi}{\varphi_\delta} = \frac{\varphi_\delta+\varphi_r+\varphi_t}{\varphi_\delta} = 1 + \frac{\varphi_r+\varphi_t}{\varphi_\delta}$$

Với:

 : từ thông tổng do cuộn dây sinh ra

 : từ thông khe hở

 r: từ thông rò

vì   tỉ lệ với từ dẫn nên:

$$\sigma = \frac{G_\delta+G_r+G_t}{G_\delta}$$

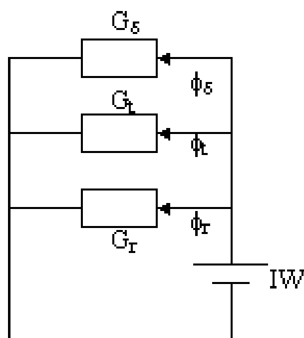
Trong đó:

- Khi nắp mở r lớn thì lấy =(1,8 ¸3).

- Khi nắp đóng r nhỏ thì lấy =(1,05 ¸1,1).

Chú ý:

- Khi nắp mở có thể bỏ qua từ trở của mạch từ nhưng phải xét đến từ thông rò, nên có mạch từ đẳng trị như hình minh họa.



Hình minh họa

Mạch từ đẳng trị khi có từ thông rò

- Khi nắp đóng có thể bỏ qua từ thông rò vì bé nhưng phải kể đến từ trở.

Tính mạch từ xoay chiều

Mạch từ xoay chiều khác mạch từ một chiều vì những đặc điểm sau:

a) Trong mạch từ xoay chiều: i=i(t) nên = msin t dòng biến thiên có hiện tượng từ trễ, dòng xoáy, dòng điện chạy trong cuộn dây phụ thuộc vào điện kháng của cuộn dây, mà điện kháng phụ thuộc từ dẫn mạch từ nên từ trở toàn mạch từ càng lớn (khe hở không khí càng lớn) thì điện kháng

càng bé và dòng điện trong cuộn dây càng lớn. Khi nắp mạch từ mở dòng điện khoảng I= (4 15)Iđm.

Chú ý: khi đóng điện cơ cấu điện từ, phải kiểm tra nắp xem đóng chưa, nếu nắp mở có thể làm cuộn dây bị cháy.

b) Lực hút điện từ F biến thiên F=F(t) có thời điểm F=0 có thời điểm F=Fmax dẫn đến mạch từ khi làm việc bị rung, để hạn chế rung người ta đặt vòng ngắn mạch. Từ thông biến thiên làm xuất hiện sức điện động trong vòng ngắn mạch, trong vòng có dòng điện mắc vòng khép kín, làm vòng ngắn mạch nóng lên. Gọi Wnm là số vòng ngắn mạch (thường Wnm=1). Theo định luật toàn dòng điện có:

$$\mathrm{IW} + I_{\mathrm{nm}} W_{\mathrm{nm}} = \varphi\ R_\delta + R_t$$

nãn coï:$\mathrm{IW} = \varphi\ R_\delta + R_t\ + \frac{W_{\mathrm{nm}}^2}{r_{\mathrm{nm}}} . \frac{d\varphi}{\mathrm{dt}}$

$\mathrm{IW} = \frac{\varphi_m}{2} \left[\ R_\delta + R_t\ + J\omega \frac{W_{\mathrm{nm}}^2}{r_{\mathrm{nm}}} \right]$, gọi $x_t = \frac{W_{\mathrm{nm}}}{r_{\mathrm{nm}}}$ là từ kháng của vòng ngắn mạch thì có:

$$2\mathrm{IW} = \varphi_m [\ R_\delta + R_t\ + \mathrm{Jx}_t]$$

$Z_t = R_\delta + R_t + \mathrm{Jx}_t$:với Rt: từ trở mạch từ.

Đặc điểm: từ kháng trong mạch xoay chiều tiêu thụ công suất tác dụng.

c) Trong mạch từ xoay chiều có tổn hao dòng xoáy từ trễ làm nóng mạch từ, có thể xem như tổn hao trong vòng ngắn mạch. Nếu gọi Pxt là công suất hao tổn do dòng xoáy và từ trễ thì có thể biểu diễn dưới dạng tương đương như một vòng ngắn mạch.

$P_{\mathrm{xt}} = I_{\mathrm{nm}}^2 . r_{\mathrm{nm}}$hay $P_{\mathrm{xt}} = \frac{B_{\mathrm{nm}}^2}{r_{\mathrm{nm}}} = \frac{\omega^2 . W_{\mathrm{nm}}^2}{2 . r_{\mathrm{nm}}} . \varphi_m^2$

Có: $\frac{\omega . W_{\mathrm{nm}}^2}{r_{\mathrm{nm}}} = \frac{2\mathrm{P}_{\mathrm{xt}}}{\omega\varphi_m^2} = X_{\mathrm{nm}}$gọi là từ kháng thay thế tương đương đặc trưng cho tiêu hao công suất tác dụng do dòng xoáy và từ trễ.

d) Từ dẫn rò quy đổi

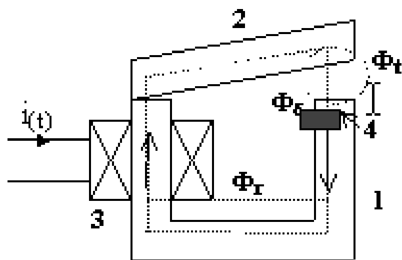
Khác với mạch một chiều vì:

- Sức từ động tổng F=IW sức từ động đoạn X là $F_X = \mathrm{IW}.\frac{x}{l}$

$W_x = W\frac{x}{l}$ từ thông mắc vòng đoạn x là $y_{\mathrm{rx}} = W_x.f_{\mathrm{rx}}$

Cuối cùng có : $G_r = \frac{g.l}{3}$ là từ dẫn rò trong mạch xoay chiều.

Về phương pháp tính toán mạch từ xoay chiều cũng giống ở mạch từ một chiều nhưng phải lưu ý bốn đặc điểm trên. Ví dụ mạch từ xoay chiều như hình minh họa:



Hình minh họa

Mạch từ xoay chiều

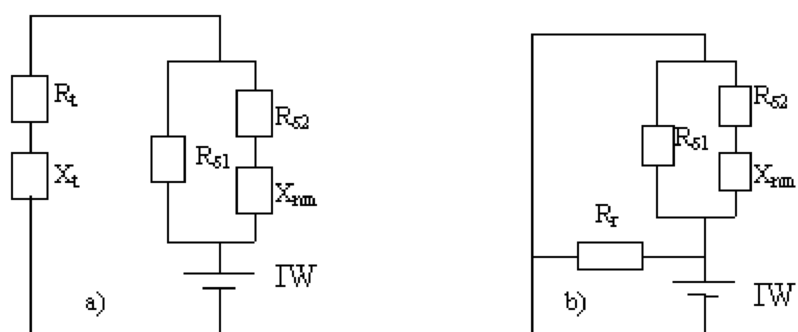
1.Thân mạch từ; 2. Nắp mạch từ;

3. Cuộn dây;4. Vòng ngắn mạch

- Khi vẽ mạch từ đẳng trị phải xét đến tác dụng của vòng ngắn mạch, tổn hao dòng xoáy và từ trễ.

- Khi nắp đóng, bỏ qua từ thông rò nhưng phải kể đến từ trễ và từ kháng mạch từ nên dạng như hình minh họa a.

- Khi nắp mạch từ mở, có thể bỏ qua từ trở và từ kháng của mạch từ, nhưng phải xét đến từ thông rò cho nên mạch từ đẳng trị có dạng như hình minh họa b.



Hình minh họa: *Mạch từ đẳng trị*

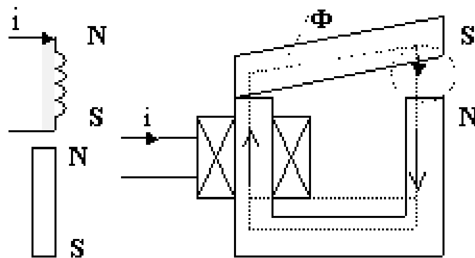
a) Khi nắp đóng ; b) Khi nắp mở

Nam châm điện
Phần này trình bày đại cương về nam châm điện

ĐẠI CƯƠNG VỀ NAM CHÂM ĐIỆN

Khái niệm

Dòng điện chạy trong cuộn dây sẽ sinh ra từ trường. Vật liệu sắt từ đặt trong từ trường này sẽ bị từ hóa và có cực tính ngược lại với cực tính của cuộn dây, cho nên sẽ bị hút về phía cuộn dây hình minh họa.



Hình minh họa
Hai dạng nam châm điện

Nếu đổi chiều dòng điện trong cuộn dây thì từ trường trong cuộn dây cũng đổi chiều và vật liệu sắt từ bị từ hóa có cực tính ngược với cực tính cuộn dây, cho nên chiều lực hút không đổi.

Vật liệu sắt từ có độ từ thẩm lớn hơn rất nhiều của không khí nên từ trở toàn bộ mạch từ hầu như chỉ phụ thuộc vào từ trở khe hở không khí. Ta thường dùng khái niệm độ từ dẫn:

$G = \frac{1}{R_\mu}$ (5.1)

Do tính chất tương đương giữa mạch từ và mạch điện nên trong mạch từ, từ dẫn tỉ lệ thuận với tiết diện mạch từ và tỉ lệ nghịch với chiều dài

khe hở không khí.

$G = \mu_0.\frac{S}{\delta}\left[\frac{\text{Wb}}{A}\right]$ (5.2)

Trong đó:

+ 0 từ thẩm không khí bằng 1,25.10-8[Wb/A.cm]

+S[cm2] tiết diện từ thông đi qua.

+ [cm] chiều dài khe không khí.

Chú ý: công thức trên chỉ đúng với giả thiết từ thông trong khe không khí phân bố đều (các đường sức từ phải song song) khi khe hở bé. Khi khe hở lớn tính toán phức tạp tùy yêu cầu cụ thể việc tính toán có các phương pháp khác nhau.

Một số công thức dùng trong tính toán mạch từ

$B = \frac{\varphi}{S}\left[\frac{\text{Wb}}{\text{cm}^2}\right]$

H : Cường độ từ trường [A/cm]=1,25 [Osted]

$\mu = \frac{B}{H}$;F= IW :là sức từ động [A.vòng]

+ Định luật toàn dòng điện $\oint_l \text{Hdl} = IW = F$

+ Định luật Ôm cho mạch từ: $\varphi = \text{IW}.G = \frac{\text{IW}}{R_M}$

+ Định luật Kiếc khốp I cho mạch từ: $\sum_{i=1}^{n}\varphi_i = 0$tại một điểm.

+ Định luật Kiếc khốp II cho mạch từ: trong một mạch từ khép kín có:

$\sum_{i=0}^{n}\varphi_i R_{\mu i} = \sum_{i=0}^{n}F_i$

Phân loại cơ cấu điện từ

Phân theo tính chất của nguồn điện

- Cơ cấu điện từ một chiều.

- Cơ cấu điện từ xoay chiều.

Theo cách nối cuộn dây vào nguồn điện

- Nối nối tiếp.

- Nối song song.

Theo hình dạng mạch từ

- Mạch từ hút chập (thẳng).

- Mạch từ hút xoay (quanh một trục hay một cạnh), mạch từ hút kiểu pít tông.

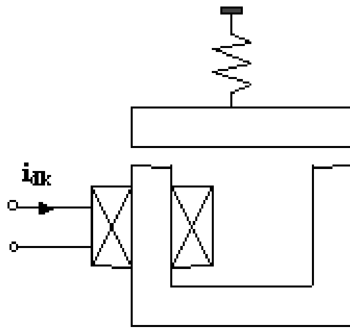
Trong quá trình làm việc nắp mạch từ chuyển động khe hở không khí giữa nắp và lõi thay đổi nên lực hút điện từ cũng thay đổi. Thường để tính toán mạch từ nam châm điện người ta dùng hai phương pháp (sẽ nêu sau).

TÍNH LỰC HÚT ĐIỆN TỪ NAM CHÂM ĐIỆN MỘT CHIỀU

Tính lực hút điện từ bằng phương pháp cân bằng năng lượng

Năng lượng từ trường và điện cảm

Xét mạch từ như hình minh họa



Hình minh họa:
Nam châm điện hút chập

Khi cho dòng điện i vào cuộn dây w có:

$$u = R.i + \frac{d\psi}{\mathrm{dt}}\text{hay}$$

$$\mathrm{uidt} = R.i^2.\mathrm{dt} + i\frac{d\psi}{\mathrm{dt}}\mathrm{dt}(5.3)$$

Lấy tích phân hai vế phương trình trên ta có :

$$\int_0^t \mathrm{uidt} = \int_0^t i^2\mathrm{Rdt} + \int_0^t i\frac{d\psi}{\mathrm{dt}}\mathrm{dt}\ (5.4)$$

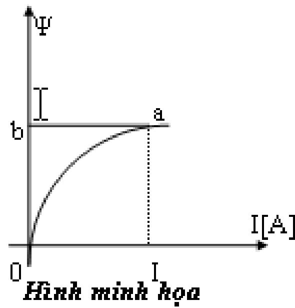
Trong đó ta có:

$\int_0^t \mathrm{uidt}$là năng lượng nguồn cung cấp.

$\int_0^t \mathrm{Ri}^2\mathrm{dt}$là năng lượng tiêu hao trên điện trở cuộn dây w

$\int_0^t i\frac{d\psi}{\mathrm{dt}}\mathrm{dt} = W_t$là năng lượng tích lũy trong từ trường có:

$$W_t = \int_0^\psi \mathrm{id}\psi\ (5.5)$$



Biểu diễn bởi hình minh họa trên chính là diện tích phần tam giác cong oab có quan hệ và i là phi tuyến.

Theo định nghĩa thì điện cảm: $L = \frac{\psi}{I}$

Trong đó: là từ thông móc vòng của cuộn dây w.

I :là dòng điện trong cuộn dây.

$w_t = \int_0^I \text{iLdi} = L\frac{I^2}{2}\text{nãn coï}L = \frac{2\text{W}_t}{I^2}$ (5.6)

Tính lực hút điện từ

Khi cung cấp năng lượng cho cơ cấu điện từ thì nắp của mạch từ được hút về phía lõi, khe hở không khí ở giữa nắp và lõi giảm dần.

Ứng với vị trí ban đầu của nắp mạch từ có:

$d = d_1; I = I_1; y = y_1$

Ứng với vị trí cuối có:

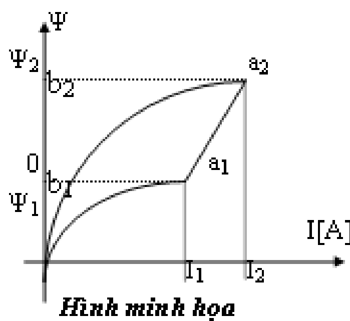
$d = d_2; I = I_2; y = y_2$

Năng lượng từ trường khi ở vị trí đầu sẽ là:

$W_{t_1} = \int_0^{\psi_1}$ idψ= diện tích oa1b1

Năng lượng từ trường khi ở vị trí cuối sẽ là:

$W_{t_2} = \int_0^{\psi_2}$ idψ = diện tích oa2b2 (hình minh họa)



Vậy năng lượng lấy thêm từ ngoài vào để nắp mạch từ chuyển động là:

$Dw_t = \int_{y_1}^{y_2}$ id$y$= diện tích hình thang b1a1a2b2

(như hình).

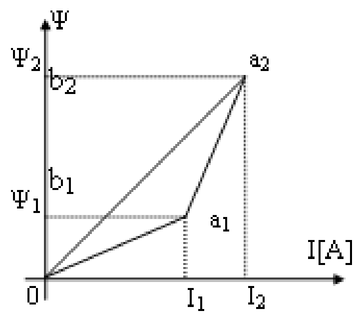
Theo định luật cân bằng năng lượng có:

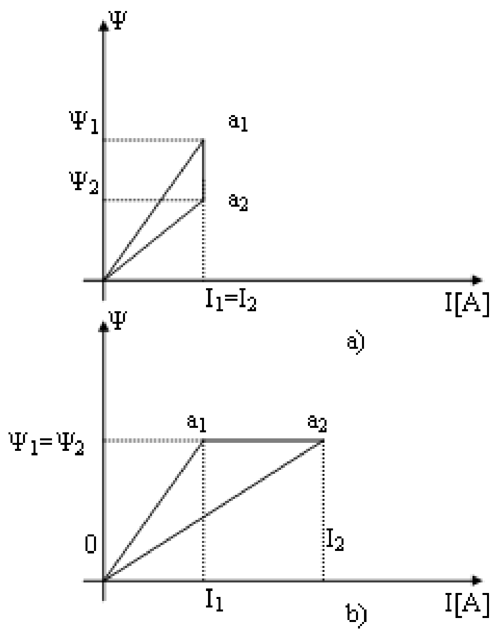
$W_{t_1} + \Delta W_t = W_{t_2} + \Delta A$

Trong đó A là năng lượng làm nắp chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2.

$\Delta A = W_{t_1} + \Delta W - W_{t_2}$= diện tích tam giác cong oa1a2

Nếu giả thiết mạch từ chưa bão hòa đường đặc tính = f(i) chỉ xét ở đoạn tuyến (hình minh họa).





Ta có:

$\Delta A = \frac{1}{2} \ I_1\psi_2 - I_2\psi_1$

Vì có: =I.L (hình a).

$\psi_2 = \psi_1 + \Delta\psi$ (5.8)

Đặt: $I_2 = I_1 + \Delta I$, $\Delta A = \frac{1}{2} \ I_1\Delta\psi - \psi_1\Delta I$

$\mathrm{dA} = \frac{1}{2} \ \mathrm{Id}\psi - \psi\mathrm{dI}$ (5.9)

Dạng vi phân :

$F = \frac{\mathrm{dA}}{d\delta} = \frac{1}{2}\, I\frac{d\psi}{d\delta} - \psi\frac{\mathrm{dI}}{d\delta}$ (5.10)

Vậy lực hút điện từ sẽ là:

$\frac{\mathrm{dI}}{d\delta} = 0$ (5.11)

Ta xét hai trường hợp sau:

a) Trường hợp khi I = const thì $F = 5{,}1.I\frac{d\psi}{d\delta}\left\lbrack \mathrm{kg} \right\rbrack;\psi = \mathrm{LI}$ (như hình a).

$F = 5{,}1.I^{2}\frac{\mathrm{dL}}{d\delta}$

$L = W^{2}G$ (5.12)

Có: $F = 5{,}1.\ \mathrm{IW}\ ^{2}\frac{\mathrm{dG}}{d\delta}$

Trong đó: G là từ dẫn của mạch từ.

W là số vòng của cuộn dây.

Ta có: $\frac{d\psi}{d\delta} = 0$ (5.13)

b) Trường hợp = const thì $F = - \frac{1}{2}\psi\frac{\mathrm{dI}}{d\delta}\left\lbrack J/\mathrm{cm} \right\rbrack = - 5{,}1.\psi.\frac{\mathrm{dI}}{d\delta}\left\lbrack \mathrm{kg} \right\rbrack$ (như hình b).

$I = \frac{\psi}{L};L = W^{2}G$

$\psi = W.\frac{\varphi_{m}}{\sqrt{2}}\mathrm{nãn}F = \frac{5{,}1}{2}.\frac{\varphi_{m}^{2}}{G^{2}}.\frac{\mathrm{dG}}{d\delta}\left\lbrack \mathrm{kg} \right\rbrack$ (5.14)

$d\frac{1}{G} = \frac{\mathrm{dG}}{G^{2}}$ (5.15)

Vì: $\varphi_{m}\left\lbrack \mathrm{Wb} \right\rbrack$

$G\left[\frac{\text{Wb}}{A}\right]$trị số biên độ từ thông; $F = \frac{5{,}1}{2}\frac{\varphi_m^2}{G.\sigma^{\ 2}}.\frac{\text{dG}}{d\delta}$từ dẫn mạch từ.

Khi khe hở không khí lớn từ thông rò nhiều ta phải xét đến từ thông rò thì:

$\frac{\varphi}{G} = F$ (5.16)

Trong đó   là hệ số từ thông rò.

Chú ý: theo định luật Kiếc khốp:

$\varphi = \frac{\psi}{W}$;nãn$\frac{\psi}{\text{WG}} = F = \text{IW}$vaì$\psi = W^2\text{IG}$ mà $L = \frac{\psi}{I} = W^2\dot{G}$ nên có:
$\vec{F} = \frac{1}{\mu_0}\oint_s\left\{\ \vec{B}.\vec{n}\ .\vec{B} - \frac{1}{2}B^2.\vec{n}\right\}$ds.

Tính lực hút điện từ bằng công thức Maxwell

Theo Maxwell thì khi có một vật dẫn từ đặt trong một từ trường thì vật dẫn từ sẽ chịu một lực tác dụng:

$\vec{B}$ (5.17)

Trong đó:

- $\vec{n}$: véc tơ cường độ tự cảm ngoài trên vi phân diện tích ds.

- $\mu_0 = 1{,}25.10^{-8}[H/\text{cm}]$: véc tơ đơn vị pháp tuyến ngoài của vi phân diện tích ds.

- S : diện tích bề mặt vật dẫn.

- $\mu >> \mu_0$ là độ từ thẩm của không khí.

Vì hệ số từ dẫn của vật liệu sắt từ lớn hơn nhiều của không khí $\vec{B}$nên xem như $\vec{n}$cùng phương $\vec{B}.\vec{n}\ \vec{B} = B^2.\vec{n}$ (=0) và $\vec{F} = \frac{1}{2\mu_0}\oint_s B^2\vec{n}$ds

Và ta có $\vec{F} = \frac{B^2.S}{2\mu_0}.\vec{n},[J/\text{cm}]$

-Khi khe hở không khí   bé nên coi ds   s thì ta có:

$F = 5{,}1.\frac{B^2.S}{\mu_0}$ (5.18)

hay $F = 4\text{B}^2 S = 4\frac{\varphi^2}{S}[\text{kg}]$ (5.19)

B: đơn vị[Wb/cm2].

S: diện tích từ thông qua [cm2].

  0=1,25.10-8 [Wb/A.cm]

Nếu B tính theo Tesla thì: $F = 4.B^2.S\frac{1}{1+K_{d/c}.\delta}[\text{kg}]$ (5.20)

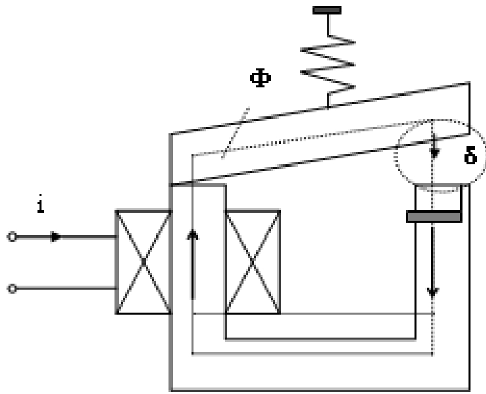
- Khi khe hở không khí lớn từ thông rò nhiều

$\varphi = \varphi_m \text{sin}\omega t$ (5.21)

với Kđ/c = 3 5 là hệ số điều chỉnh.

NAM CHÂM ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ VÒNG CHỐNG RUNG

Nam châm điện xoay chiều



Hình minh họa *Nam châm xoay chiều*

Trong nam châm điện xoay chiều ta có: $B = B_m \sin\omega t$; $F_{\text{ât}} = 4\text{B}_m^2 \sin^2\omega t$. Theo công thức (5.19) có $\sin^2\omega t = \frac{1-\cos2\omega t}{2}$.

Ta thay $F_{\text{ât}} = \frac{4\text{B}_m^2 S}{2} - \frac{4\text{B}_m^2 S}{2}.\cos2\omega t$

$F_0 = 2\text{B}_m^2.S$ (5.22)

Đặt $F_{\text{ât}} = F_0 - F_0.\cos2\omega t = f\ 2\omega t$ là thành phần lực hút không đổi theo thời gian.

$F_{\text{bâ}} = -F_0.\cos2\omega t$

2wlà thành phần lực thay đổi theo thời gian.

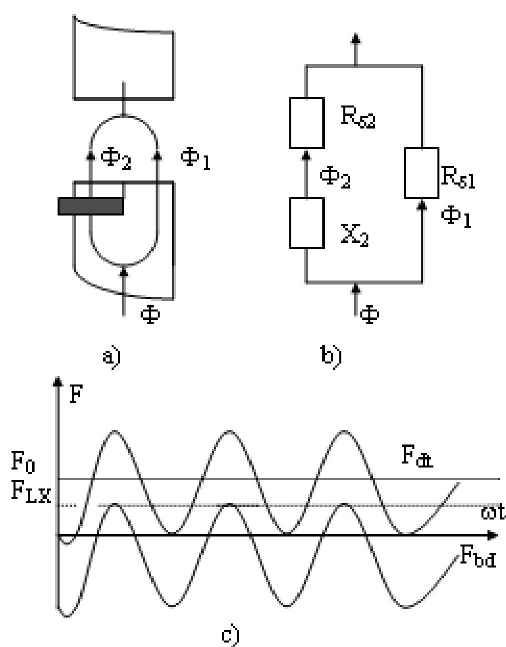
Ta có: Fđt= Fkđ+Fbđ

Vậy lực hút điện từ biến đổi theo tần số gấp đôi tần số của nguồn điện ($F_1 = F_{10} - F_{10}\cos2\omega t$). Ở thời điểm B= 0

thì Fđt= 0 lực lò xo: Flx > Fđt nên nắp của mạch từ bị kéo nhả ra. Ở những thời điểm Flx< Fđt thì nắp được hút về phía lõi như vậy trong một chu kì nắp bị hút nhả ra hai lần nghĩa là nắp bị rung với tần số 100Hz nếu tần số nguồn điện là 50Hz.

Để chống hiện tượng rung này, ta phải làm sao cho lực hút điện từ Fđt ở mọi thời điểm phải lớn hơn lực Flx. Muốn Fđt>Flx người ta xử lí bằng cách đặt vòng chống rung. Vòng chống rung thường làm bằng đồng và có một vòng.

Nguyên lí làm việc của vòng chống rung



Hình minh họa: *Vòng ngắn mạch và lực điện từ*

Khi từ thông   đi qua cực từ sẽ chia làm hai thành phần 1 và 2. 1 là thành phần không đi qua phần cực từ có vòng chống rung, 2 đi qua phần có vòng chống rung. Khi có từ thông 2 biến thiên đi qua, trong vòng chống rung sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng icứ chạy khép mạch trong vòng. Dòng icứ sẽ sinh ra một từ trường có tác dụng chống lại sự biến thiên của 2 nên làm 2 chậm pha so với 1 một góc . Lực điện từ sinh ra sẽ có hai thành phần:

Từ thông 1sinh ra lực:

$F_2 = F_{02} - F_{02}\cos 2(\omega t - \alpha)$ (5.23)

2 sinh ra:

$$F = F_1 + F_2$$
$$F_{01} + F_{02} - [F_{01}\cos 2\omega t + F_{02}\cos 2\omega t - 2\alpha] \quad (5.24)$$

Lực hút điện từ tổng F sẽ là:

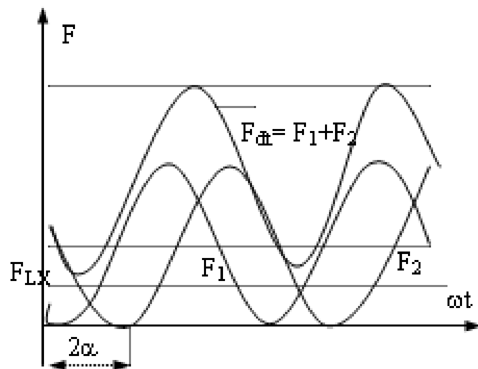
$F_{k‰} = F_{01} + F_{02}$ (5.25)

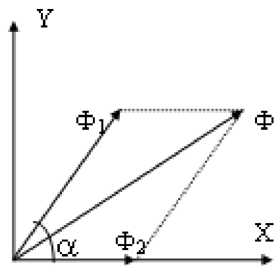
Qua đó ta thấy rằng lực hút điện từ F1 và F2 không đồng thời đi qua trị số 0, do đó lực hút điện từ tổng F được nâng cao làm cho mọi thời điểm t, lực F>Flx nên nắp mạch từ sẽ không rung nữa.

Điều kiện chống rung

-Thành phần lực không đổi:

$F_{bâ} = \sqrt{F_{01}^2 + F_{02}^2 + 2F_{01}F_{02}\cos 2\alpha}$ (hình minh họa).





Hình minh họa: *Lực điện từ khi đặt vòng ngắn mạch và đồ thị véc tơ từ thông*

-Thành phần lực hút biến đổi là:

$$1.F_{01} = F_{02}\text{thç:}$$

$$F_{\text{bâ}} = \sqrt{2\text{F}_{01}^2\ 1 + \cos 2\alpha} = 2\text{F}_{01}\sqrt{\cos^2\alpha} = \text{(5.26)}$$

$$2.F_{01}\cos\alpha(5.27)$$

Trong trường hợp lí tưởng Fbđ= 0 thì cơ cấu không còn rung. Muốn vậy ta phải thỏa mãn hai điều kiện:

$\alpha = \frac{\pi}{2}$

2. góc $P = \frac{F_{\text{bâ}}}{F_{\text{kâ}}} = \frac{2.F_{01}\cos\alpha}{2\text{F}_{01}} = \cos\frac{\pi}{2} = 0$lúc đó hệ số rung:

$\frac{5,1}{2}\cdot\frac{1}{G^2}\cdot\frac{\text{dG}}{d\delta}\varphi_m^2\sin^2\omega t$ (5.28)

Thực tế chỉ có thể tạo được =500 800 thì mạch từ vẫn còn rung nhưng không đáng kể.

NAM CHÂM ĐIỆN BA PHA

Ta khảo sát một nam châm điện ba pha có lõi sắt mạch từ kiểu chữ E thông dụng như hình 5.20. Nam châm điện ba pha có ba cuộn dây, dòng điện trong các cuộn dây tương ứng lệch pha nhau một góc 1200. Ta có thể xem lực hút của nam châm ba pha là tổng hợp của lực hút trên các lõi gồm:

F1 = $\frac{5{,}1}{2}\cdot\frac{1}{G^2}\cdot\frac{\mathrm{dG}}{d\delta}\,\varphi_m^2\sin^2(\omega t-120^0)$

F2 = $\frac{5{,}1}{2}\cdot\frac{1}{G^2}\cdot\frac{\mathrm{dG}}{d\delta}\,\varphi_m^2\sin^2(\omega t-240^0)$.; F3 = $\vec{F}=\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3$

Lực hút tổng của ba pha: $\frac{5{,}1}{2}\cdot\frac{1}{G^2}\cdot\frac{\mathrm{dG}}{d\delta}\cdot\frac{3}{2}\cdot\varphi_m^2$

Ta có trị số lực tổng:

F=

[missing_resource: Convert.]

(5.29)

Từ biểu thức (5.29) trên ta nhận thấy lực hút tổng của nam châm điện ba pha là một đại lượng không đổi theo thời gian. Nhưng theo hình 5-20, ta thấy điểm đặt của lực F trên nắp của nam châm không cố định. Điểm đặt của lực di chuyển vị trí trong khoảng AB của nắp.

+ Khi lõi 3 có dòng điện bằng 0 thì lực F3 = 0 chỉ còn lực F1 và F2 bằng nhau và điểm đặt của lực tại điểm A.

+ Khi lõi 1 có dòng điện bằng 0 thì lực F1 = 0 chỉ còn lực F3 và F2 bằng nhau và điểm đặt của lực tại điểm B.

+ Khi lõi 2 có dòng điện bằng 0 thì lực F2 = 0 chỉ còn lực F1 và F3 bằng nhau và điểm đặt của lực tại điểm C là trung điểm của đoạn AB.

[missing_resource: graphics10.png]

CƠ CẤU ĐIỆN TỪ CHẤP HÀNH

Khái niệm chung

Trong cơ cấu điện từ chấp hành nam châm điện là bộ phận chủ yếu. Nó sinh ra lực điện từ cần thiết để cho các cơ cấu đó làm việc. Nam châm điện một chiều có cuộn dây điện áp được dùng rộng rãi hơn cả bởi nó có những ưu điểm sau:

+ Khi làm việc không gây ra rung, ồn vì lực điện từ không thay đổi theo thời gian.

+ Mạch từ không bị phát nóng do tổn hao sắt từ gây ra, lực điện từ lớn gấp hai lần so với lực điện từ ở mạch từ có dòng điện xoay chiều có cùng kích thước và cùng mật độ từ cảm.

+ Dòng điện trong cuộn dây không phụ thuộc vào kích thước mạch từ và khe hở không khí của mạch từ.

+ Có thể dùng nguồn ắc quy thay thế khi mất điện lưới (với cơ cấu cần thiết).

+ Có nhiều dạng, loại cơ cấu điện từ chấp hành khác nhau với những chức năng khác nhau.

Nam châm điện nâng

Là một bộ phận công tác của cần cẩu điện từ, nó được dùng trong việc bốc dỡ vận chuyển hàng hóa bằng sắt. Hình 5-21 giới thiệu một nam châm điện nâng gồm các bộ phận: cuộn dây 1, lõi sắt 2, mặt cực 3, dây dẫn mềm đưa điện vào 5, vành bảo vệ bằng vật liệu không dẫn từ 4 (như dùng thép mangan cao cấp).

Hình 5-21: Nam châm điện nânga) Cấu tạo

Một nam châm điện một chiều có lõi sắt và cuộn dây, nắp chính là hàng hóa cần bốc dỡ. Khi đưa điện vào cuộn dây lực điện từ sinh ra sẽ giữ chặt hàng hóa.

Dịch chuyển nam châm để dịch chuyển hàng hóa, muốn tách ra chỉ cần ngắt điện vào.

b) Đặc điểm

- Khi móc hàng không cần người móc và các dây buộc.

- Bốc dỡ đều điều khiển từ xa.

- Có thể vận chuyển thép nóng (nhưng nhiệt độ phải nhỏ hơn điểm nhiệt độ Quiri, vì từ điểm này trở lên vật liệu mất từ tính).

- Tải trọng có ích của cần cẩu điện từ phụ thuộc vào kích thước hàng hóa. Nếu hàng hóa lớn thì tải trọng có ích của nam châm điện sẽ lớn gấp nhiều lần khi hàng hóa có kích thước bé.

- Lực hút điện từ phụ thuộc vào thành phần hóa học và kích thước của hàng hóa.

- Để khắc phục sự cố (hàng bị rơi khi mất điện lưới) thường dùng nguồn ắc quy mắc song song.

Bàn nam châm điện

Nhằm giảm bớt công sức thời gian gá lắp các chi tiết khi gia công bằng vật liệu sắt từ, trên một số máy công cụ người ta dùng bàn là một hệ thống nam châm điện một chiều không có nắp, nắp sẽ là vật liệu gia công (có bộ phận phi từ tính để bảo vệ cuộn dây khỏi va đập). Một bàn có nhiều cuộn dây, nhiều cực từ, lực giữ càng lớn nếu chi tiết đặt trên càng nhiều cực từ.

Đặc điểm

+ Khi gá không cần thiết bị phụ, gá một lúc nhiều chi tiết.

+ Chi tiết gá không bị biến dạng bởi lực gá nên có thể đạt độ chính xác cao.

+ Lực giữ phụ thuộc nhiều vào độ sạch bề mặt của bàn.

+ Các chi tiết khi gia công xong bị nhiễm từ do đó cần khử từ dư.

+ Cuộn dây nam châm điện khi tỏa nhiệt có thể gây thấm dầu làm nguội các chi tiết.

+ Các thiết bị đóng ngắt cuộn dây làm việc ở chế độ nặng nề (hồ quang mạnh, điện áp cao).

Nam châm điện phân li

Nam châm điện phân li là cơ cấu điện từ dùng để lọc bụi sắt, thép vụn từ các băng tải thải rác trong các hầm mỏ.

Cấu tạo: Trên mạch từ hình trống có rãnh bên trong đặt các cuộn dây được giữ chặt bằng các nêm phi từ tính, nhờ lực hút của NCĐ bụi sắt sẽ được đổ ra một nơi, tuy vậy chỉ lọc được một phần. Nam châm điện phân li là NCĐ một chiều, chiều thứ tự các cuộn dây phải đấu sao cho mỗi răng của mạch từ tạo thành một cực từ, để đưa điện áp vào cuộn dây cần hệ thống vành trượt, chổi than vì NCĐ quay.

Van điện từ

Dùng để đóng mở các ống dẫn chất lỏng hoặc chất khí, phần động mạch từ gắn với cơ cấu làm việc của van.

Khi đưa điện vào cuộn dây NCĐ lực hút điện từ làm phần động cơ cấu chuyển động làm van đóng hoặc mở. Cần thiết kế sao cho áp lực của chất lỏng được dẫn cùng chiều lực điện từ để điều khiển van được dễ dàng.

Các khớp li hợp điện từ

Khớp li hợp điện từ là cơ cấu giúp quá trình truyền lực từ trục này sang trục kia bằng lực điện từ.

Hiện nay vẫn còn dùng nhiều trong tự động hóa và điều khiển từ xa để thay đổi tốc độ của trục dẫn. Khớp li hợp điện từ có:

- Khớp li hợp điện từ kiểu ma sát.

- Khớp li hợp điện từ kiểu bám.

- Khớp li hợp điện từ kiểu từ trễ.

Kiểu ma sát

Mô men được truyền từ trục dẫn qua trục bị dẫn nhờ các đĩa ma sát khi chúng bị ép chặt vào nhau. Còn li và hợp thì điều khiển bằng thao tác "ngắt" và "đóng" của cuộn dây nam châm.

Nhược điểm của loại li hợp này là không điều chỉnh được tốc độ trục bị dẫn vì nếu giảm lực hút điện từ thì đĩa sẽ bị trượt dài phá hỏng bề mặt ma sát.

Khớp li hợp điện từ kiểu bám

Mô men truyền nhờ lực bám giữa hai mặt quay của trục dẫn và trục bị dẫn có trộn bột sắt với bột than và dầu nhờn để giảm ma sát.

Khi có từ trường do cuộn dây sinh ra lớp bột này sẽ trở nên "cứng" "nổi" trong hai mặt quay của trục dẫn và trục bị dẫn.

Khi không có dòng điện đi qua sẽ ở dạng lỏng trượt(cho phép điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi dòng điện cuộn dây NCĐ).

Nếu mô men cản của trục bị dẫn lớn sẽ dẫn đến trượt so với trục dẫn nhưng không sợ hỏng mặt quay.

Phanh hãm điện từ

Phanh hãm điện từ là cơ cấu điện từ dùng để hãm các thiết bị đang quay. Nó là bộ phận không thể thiếu của cần cẩu, thang máy hay tàu điện.

Thông thường nhất là loại phanh hãm bằng má và bằng đai, ở các loại này lực hãm và nhả được khuếch đại qua hệ thống đòn bẩy.

Ngoài ra, còn bộ đếm và bộ chọn bước điện từ.

a) b)Hình 5-22: Hình dạng chung của phanh hãm điện từa) các kiểu phanh hãm điện từ dùng để đo mô men; b) mô tả một phanh hãm điện từ(nhìn đối diện với động cơ cần đo mô men)

Rơ le
Phần này trình bày khái niệm chung về rơ le

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ RƠLE

Rơle là một loại thiết bị điện tự động mà tín hiệu đầu ra thay đổi nhảy cấp khi tín hiệu đầu vào đạt những giá trị xác định. Rơle là thiết bị điện dùng để đóng cắt mạch điện điều khiển, bảo vệ và điều khiển sự làm việc của mạch điện động lực.

Các bộ phận (các khối) chính của rơle

+ Cơ cấu tiếp thu(khối tiếp thu)

Có nhiệm vụ tiếp nhận những tín hiệu đầu vào và biến đổi nó thành đại lượng cần thiết cung cấp tín hiệu phù hợp cho khối trung gian.

+ Cơ cấu trung gian(khối trung gian)

Làm nhiệm vụ tiếp nhận những tín hiệu đưa đến từ khối tiếp thu và biến đổi nó thành đại lượng cần thiết cho rơle tác động.

+ Cơ cấu chấp hành (khối chấp hành)

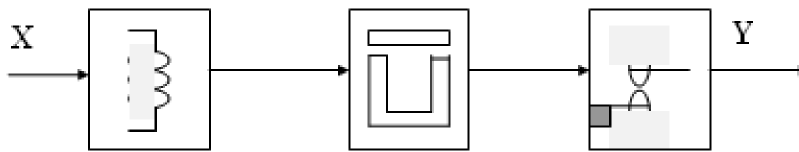
Làm nhiệm vụ phát tín hiệu cho mạch điều khiển.

Ví dụ các khối trong cơ cấu rơle điện từ hình 6-1.

-Cơ cấu tiếp thu ở đây là cuộn dây.

-Cơ cấu trung gian là mạch từ nam châm điện.

-Cơ cấu chấp hành là hệ thống tiếp điểm.



***Hình minh họa**: Sơ đồ khối của role điện từ*

Phân loại rơle

Có nhiều loại rơle với nguyên lí và chức năng làm việc rất khác nhau. Do vậy có nhiều cách để phân loại rơle:

a) Phân loại theo nguyên lí làm việc gồm các nhóm

+ Rơle điện cơ (rơle điện từ, rơle từ điện, rơle điện từ phân cực, rơle cảm ứng,...).

+ Rơle nhiệt.

+ Rơle từ.

+ Rơle điện tử -bán dẫn, vi mạch.

+ Rơle số.

b) Phân theo nguyên lí tác động của cơ cấu chấp hành

+ Rơle có tiếp điểm: loại này tác động lên mạch bằng cách đóng mở các tiếp điểm.

+ Rơle không tiếp điểm (rơle tĩnh): loại này tác động bằng cách thay đổi đột ngột các tham số của cơ cấu chấp hành mắc trong mạch điều khiển như: điện cảm, điện dung, điện trở,...

c) Phân loại theo đặc tính tham số vào

+ Rơle dòng điện.

+ Rơle điện áp.

+ Rơle công suất.

+ Rơle tổng trở,...

d) Phân loại theo cách mắc cơ cấu

+ Rơle sơ cấp: loại này được mắc trực tiếp vào mạch điện cần bảo vệ.

+ Rơle thứ cấp: loại này mắc vào mạch thông qua biến áp đo lường hay biến dòng điện.

e) Phân theo giá trị và chiều các đại lượng đi vào rơle

+Rơle cực đại.

+Rơle cực tiểu.

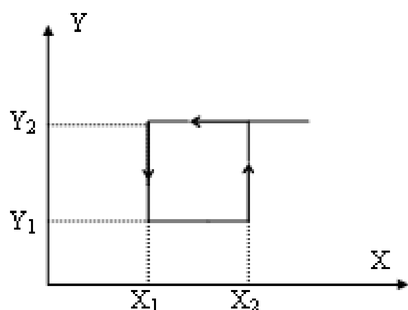
+Rơle cực đại-cực tiểu.

+Rơle so lệch.

+Rơle định hướng.

...

Đặc tính vào -ra của rơle



Hình minh họa: *Đặc tính vào-ra của rơle*

Quan hệ giữa đại lượng vào và ra của rơle như hình minh họa.

Khi x biến thiên từ 0 đến x2 thì y = y1 đến khi x= x2 thì y tăng từ y = y1 đến y = y2 (nhảy bậc). Nếu x tăng tiếp thì y không đổi y = y2 . Khi x giảm từ x2 về lại x1 thì y = y2 đến x = x1 thì y giảm từ y2 về y = y1.

Nếu gọi:

+ X = X2= Xtđ là giá trị tác động rơle.

+ X = X1 = Xnh là giá trị nhả của rơle.

Thì hệ số nhả:

$\mathrm{K}_{\mathrm{nh}} = \frac{X_1}{X_2} = \frac{X_{\mathrm{nh}}}{X_{tâ}}$

Các thông số của rơle

a) Hệ số điều khiển rơle

$K_{\text{âk}} = \frac{P_{\text{âk}}}{P_{\text{tâ}}}$, với:

+Pđk là công suất điều khiển định mức của rơle, chính là công suất định mức của cơ cấu chấp hành.

+Ptđ là công suất tác động, chính là công suất cần thiết cung cấp cho đầu vào để rơle tác động.

Với rơle điện từ Pđk là công suất tiếp điểm (nghĩa là công suất tiếp điểm cho phép truyền qua). Ptđ là công suất cuộn dây nam châm hút.

Các loại rơle khác nhau thì Knh và Kđk cũng khác nhau.

b) Thời gian tác động

Là thời gian kể từ thời điểm cung cấp tín hiệu cho đầu vào, đến lúc cơ cấu chấp hành làm việc. Với rơle điện từ là quãng thời gian cuộn dây được cung cấp dòng (hay áp) cho đến lúc hệ thống tiếp điểm đóng hoàn toàn (với tiếp điểm thường mở) và mở hoàn toàn (với tiếp điểm thường đóng).

Các loại rơle khác nhau ttđ cũng khác nhau.

+ttđ < 1.10-3[s] : rơle không quán tính.

+ttđ = (1   50).10-3 [s]: rơle tác động nhanh.

+ttđ > 150.10-3[s]: rơle thời gian.

Một số ví dụ về rơle điện cơ

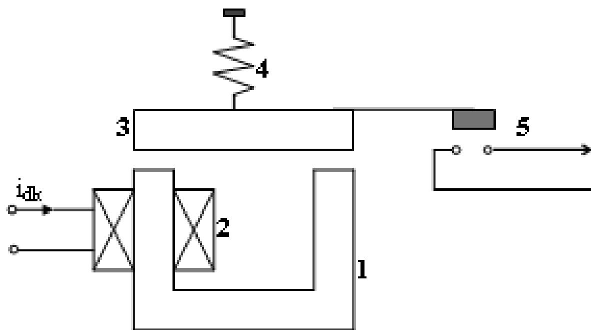
Bảng 1: Rơ le điện cơ

Loại rơle.	Ptđ[W]	Pđk[W]	Kđk	ttđ[10-3s]
Rơle điện từ :	10-1 10-3	10 104	5 5000	1 2000

Rơle từ điện :	10-9 10-4	0,1 2	104 108	10 500
Rơle cảm ứng :	10-2 102	10-1 103	102 104	1 100

RƠLE ĐIỆN TỪ

Nguyên lí làm việc



Hình minh họa:
Cấu trúc chung của role điện từ

Sự làm việc của loại rơle này dựa trên nguyên lí điện từ. Xét một rơle như hình minh họa. Khi cho dòng điện i đi vào cuộn dây của nam châm điện thì nắp sẽ chịu một lực hút F. Lực hút điện từ đặt vào nắp :

$F = \frac{K.i^2}{\delta^2}$,våïi:

δ: khe håí

i : doìng âiãûn

K:laì hãû säú(xem chæång 5)

{{

Khi dòng điện vào cuộn dây i > Itđ (dòng điện tác động) thì lực F hút nắp và khi lực F tăng thì khe hở giảm (giảm) làm đóng tiếp điểm (do tiếp điểm được gắn với nắp).

Khi dòng điện i   Itv (dòng trở về) thì lực lò xo Flò xo > F (lực điện từ) và rơ le nhả.

Tỉ số: $K_{\text{tv}} = \frac{I_{\text{tv}}}{I_{\text{tâ}}}$ âæåüc goüi laì hãû säú traí vãö.

+ Rơle dòng cực đại Ktv < 1.

+ Rơle dòng cực tiểu Ktv > 1.

Rơle càng chính xác thì Ktv càng gần 1.

$P_{\text{âk}}$: cäng suáút âiãöu khiãøn.

$P_{\text{tâ}}$: cäng suáút taïc âäüng cuía råle.

$K_{\text{âk}} = \frac{P_{\text{âk}}}{P_{\text{tâ}}}$ hãû säú âiãöu khiãøn cuía råle. {

Våïi

Rơle càng nhạy Kđk càng lớn.

Khoảng thời gian từ lúc dòng điện i bắt đầu lớn hơn Itđ đến lúc chấm dứt sự hoạt động của rơle gọi là thời gian tác động ttđ.

Số lần tác động trong một đơn vị thời gian (giờ) gọi là tần số tác động.

Rơle điện từ phân ra hai loại:

+ Rơle một chiều thç $I = \frac{U}{R'}$ nãn ta tênh $F = K'.\frac{U^2}{\delta^2}$ có U là điện áp đặt vào cuộn dây.

+ Rơle xoay chiều : lực F = 0 (tần số 2f) khi I = 0. Giá trị trung bình của lực hút sẽ là:

$F_{\text{tb}} = k$ { {I rSup { size 8{2} } } over {δ rSup { size 8{2} } } } {} ,

nếu cuộn dây đặt song song với nguồn điện áp U thì

$F_{\text{tb}} = k$ { {U rSup { size 8{2} } } over {δ rSup { size 8{2} } } } {} .

Nam châm xoay chiều khi lực F = 0 lò xo kéo nắp ra, do vậy rơle loại này khi làm việc có rung động gây tiếng kêu, để hạn chế người ta sử dụng dùng vòng ngắn mạch.

Rơle điện từ có các đặc điểm:

- Công suất điều khiển Pđk từ vài W đến hàng nghìn W.

- Công suất tác động Ptđ từ vài phần W đến hàng trăm W.

- Hệ số điều khiển Kđk = (5   20).

- Thời gian tác động ttđ = (2   20)ms.

Hình 6-4 :Một số loại rơle điện từa)rơle dòng diện và điện áp; b)rơle trung gian; c)rơle thời gian Nhược điểm của rơle điện từ

Công suất tác động Ptđ tương đối lớn, độ nhạy thấp, Kđk nhỏ. Hiện nay có xu hướng cải tiến ứng dụng vật liệu sắt từ mới sản xuất các loại rơle để tăng Kđk.

Một số loại rơle điện từ

a) Rơle dòng điện và điện áp loại   T (hình 6-4a).

b) Rơle trung gian (hình 6-4b). Nhiệm vụ chính của rơle trung gian là khuếch đại tín hiệu điều khiển, nó thường nằm ở vị trí trung gian giữa các rơle khác. Đặc điểm rơle trung gian có cơ cấu điều chỉnh điện áp tác động để có thể tác động khi điện áp tăng giảm trong khoảng ±15% Uđm.

c) Rơle thời gian điện từ (hình 6-4c) khi từ thông 0 giảm thì sức điện động e chống sự giảm để duy trì thời gian khoảng t = (0,5 5)s.

Rơle phân cực

Rơle phân cực là một dạng của rơle điện từ có thêm từ thông phân cực do nam châm vĩnh cửu tạo nên. Chuyển động của nắp phụ thuộc vào chiều dòng trong cuộn dây. Khi chưa có dòng điện thì phần động rơle đã ở một trong hai vị trí do lực hút từ trường nam châm vĩnh cửu.

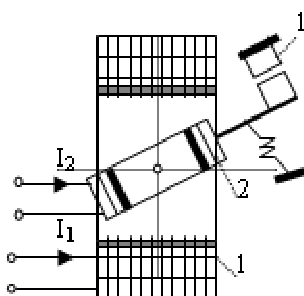
Hình 6-5: Rơle phân cực Mạch từ nam châm vĩnh cửu có cấu trúc sao cho một phía khe hở không khí lớn còn một phía nhỏ để khi cho dòng vào cuộn dây nam châm thì tổng lực hút điện từ của cuộn dây và nam châm vĩnh cửu phân cực hai bên không bằng nhau, nắp bị hút về một bên, lực hút nam châm vĩnh cửu làm nhiệm vụ giữ nắp khi cắt điện cuộn dây. Muốn nắp chuyển động ngược lại thì phải đổi chiều dòng điện để đổi chiều lực hút điện từ. Hai kiểu rơle phân cực như hình 6-5.

Loại này có ưu điểm chính là độ nhạy cao kích thước gọn thời gian tác động nhanh cỡ (2 3).10-3s , cho phép thao tác với tần số lớn.

RƠLE ĐIỆN ĐỘNG

Nguyên lí

Theo nguyên tắc, rơle điện động có hai cuộn dây như hình minh họa



Hình minh họa: Role điện động

Khi có dòng qua cuộn dây 1 là i1 và cuộn dây 2 có dòng điện i2. Tại vị trí như hình minh họa ta có cảm ứng từ B12 = K'.i1 và có lực điện từ F = K".B12.i2 hay lực F = K1".i1.i2 sẽ sinh ra mô men M = Ki1i2 đặt lên cuộn dây 2, làm cuộn dây 2 quay và đóng tiếp điểm. Nếu hai cuộn được mắc nối tiếp thì i1 = i2 = i có M = Ki2 lúc này mô men độc lập với chiều dòng điện. Khi mạch điện xoay chiều với tần số f thì thì F thay đổi, rơle sẽ làm việc với giá trị trung bình của lực điện từ và mô men.

$$M_{\text{tb}} = \frac{1}{T}\int_0^T \text{Mdt} = \text{kI}_1 I_2 \text{cos}\phi.$$

Trong đó :

+ I1, I2 :trị hiệu dụng.

+ :góc lệch pha giữa hai dòng điện i1, i2.

Nếu i1 = i2 thì cos = 1 và Mtb = Ki2.

Khi một trong hai cuộn dây được đổi chiều dòng điện thì chiều mô men trung bình Mtb cũng thay đổi.

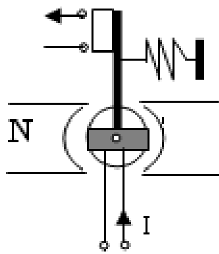
Ứng dụng

Rơle điện động được sử dụng làm rơle công suất tác dụng, phản kháng. Có thể chế tạo rơle sắt điện động để tăng trị số mô men Mtb và sẽ tăng độ nhạy của rơle. Loại rơle điện động xoay chiều không có mạch sắt từ tuy Mtb nhỏ nhưng dùng nhiều trong tự động điều khiển.

RƠLE KIỂU TỪ ĐIỆN

Nguyên lí

Sự làm việc của rơ le loại này dựa trên cơ sở lực điện từ do từ trường của nam châm vĩnh cửu tác dụng lên một cuộn dây khi có dòng điện chạy qua. Nguyên lí chung biểu diễn như hình minh họa.



Hình minh họa: *Role từ điện*

Từ trường nam châm vĩnh cửu với cảm ứng từ B tác dụng lên khung có dòng I tạo ra mômen quay.

Lực điện từ là F = K’B12I.

Mô men quay M = KI (tỉ lệ với dòng điện I).

Đặc điểm

Rơle từ điện có độ nhạy lớn, công suất tác động nhỏ (cỡ 10-10 w) sử dụng nhiều trong tự động hóa, công suất điều khiển cỡ 1 đến 2 W.

Không làm việc ở mạch xoay chiều vì ở mạch xoay chiều mô men trung bình Mtb = 0.

RƠLE CẢM ỨNG

Nguyên lí

Dựa trên tác động tương hỗ giữa từ trường xoay chiều với dòng điện cảm ứng trong bộ phận quay (đĩa, cối) để tạo mômen quay. Hình 6-8a là sơ lược kết cấu một rơ le cảm ứng.

Hai từ thông 1, 2 biến thiên xuyên qua đĩa nhôm tương ứng cảm ứng các sức điện động e1, e2 sinh ra các dòng i1, i2 . Các lực điện từ là F12 = B2i1l và F21 = B1i2l, lực điện từ tổng:

$$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{21}\text{,thæång thç:}$$
$$F = F_{12} - F_{21} = \frac{1}{S}[\varphi_2 i_1 - \varphi_1 i_2]$$

Vì dòng điện và từ thông là những đại lượng thay đổi theo thời gian nên tấm kim loại sẽ chịu lực trung bình:

$$F_{\mathrm{t\ b}} = \frac{1}{T}\int_0^T \frac{1}{S}[\varphi_2 i_1 - \varphi_1 i_2].\mathrm{dt} = \mathrm{k}.\varphi_{\mathrm{m1}}\varphi_{\mathrm{m2}}\mathrm{sin}\alpha$$

với là góc lệch pha giữa 1 và 2.

Mô men quay trung bình tác dụng vào phần động sẽ là: Mtb= km. m1. m2.sin .

Trong thực tế sự lệch pha từ thông có thể thực hiện bằng nhiều cách nhưng thường dùng vòng ngắn mạch.

Nhận xét

\+ = 0 thì F = 0 nghĩa hai từ thông trùng pha nhau đĩa không quay.

+ = 900 thì F = Fmax.

Vậy muốn đĩa quay thì từ thông của hai nam châm phải có vị trí khác nhau trong không gian và lệch pha về thời gian.

Ứng dụng rơle cảm ứng chế tạo

+ Rơle dòng T-80 (hình 6-8b), PT-80.

+ Rơle công suất loại cốc 4 cực từ (2 cực quấn cuộn dòng, 2 cực quấn cuộn áp).

+ Rơle kiểm tra tốc độ kiểu cảm ứng kí hiệu PKC.

Hình 6-8: a)Sơ lược kết cấu rơle cảm ứng ; b) Rơle cảm ứng kiểu T-80RƠLE NHIỆT - RƠLE THỜI GIAN - RƠLE TỐC ĐỘRƠLE ĐIỀU KHIỂN

Rơle nhiệt

t[s]I/Iđm11,22345610100100010.000123b)Hình 6-9a)a)Nguyên lí; b) Đặc tính:1.đặc tính thiết bị,2.đặc tính rơle,3.đặc tính mong muốn. a) Khái niệm - công dụng

Rơle nhiệt là một loại thiết bị điện dùng để bảo vệ động cơ và mạch điện khỏi bị quá tải, thường dùng kèm với khởi động từ, công tắc tơ. Dùng ở điện áp xoay chiều đến 500 V, tần số 50Hz, loại mới Iđm đến 150A điện áp một chiều tới 440V. Rơle nhiệt không tác động tức thời theo trị dòng điện vì có quán tính nhiệt lớn phải cần thời gian để phát nóng. Thời gian làm việc từ khoảng vài giây [s] đến vài phút, nên không dùng để bảo vệ ngắn mạch được. Muốn bảo vệ ngắn mạch thường dùng kèm cầu chảy.

b) Nguyên lí (hình 6-9a)

Dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện, ngày nay sử dụng phổ biến rơle nhiệt có phiến kim loại kép, nguyên lí làm việc dựa trên sự khác nhau về giãn nở dài của hai kim loại khi bị đốt nóng. Phần tử cơ bản rơle nhiệt là phiến kim loại kép (bimetal) cấu tạo từ hai tấm kim loại, một tấm hệ số giãn nở bé (thường dùng invar có 36% Ni, 64% Fe) một tấm hệ số giãn nở lớn (thường là đồng thau hay thép crôm - niken, như đồng thau giãn nở gấp 20 lần invar). Hai phiến ghép lại với nhau thành một tấm bằng phương pháp cán nóng hoặc hàn.

Khi đốt nóng do dòng I phiến kim loại kép uốn về phía kim loại có hệ số giãn nở nhỏ hơn, có thể dùng trực tiếp cho dòng điện qua hoặc dây điện trở bao quanh. Để độ uốn cong lớn yêu cầu phiến kim loại phải có chiều dài lớn và mỏng. Nếu cần lực đẩy mạnh thì chế tạo tấm phiến rộng, dày và ngắn.

Rơle tốc độ (hình 6-10)

Hình 6-10: Rơle tốc độ loại li tâmĐại lượng đầu vào là tốc độ quay của thiết bị, đại lượng ra là trạng thái đóng hoặc mở tiếp điểm. Nguyên lí loại li tâm như sau: khi trục đứng yên hoặc quay với tốc độ nhỏ hơn trị số tốc độ tác động, lò xo 3 kéo quả văng 2 tỳ lên đĩa 4, mở hệ thống tiếp điểm 5 đóng hệ thống 6, khi tốc độ lớn hơn vtđ lực li tâm của quả văng 2 thắng lực lò xo 3 làm hai quả 2 không tỳ vào đĩa 4, lò xo đẩy đĩa 4 ra, tiếp điểm động gắn trên đĩa sẽ đóng tiếp điểm thường mở 6 và cắt tiếp điểm thường đóng 5. Điều chỉnh độ văng của hai quả văng bằng lò xo 3 thì có thể thay đổi được trị số vận tốc tác động vtđ.

Rơle thời gian

1. Khái niệm

Dùng để duy trì thời gian đóng chậm hoặc mở chậm của hệ thống tiếp điểm so

với thời điểm đưa tín hiệu tác động vào rơle.

Thời gian chậm này có thể vài phần giây cho đến hàng giờ.

b) Yêu cầu

Thời gian chậm thực hiện bởi rơle phải ổn định ít phụ thuộc vào các yếu tố khác như điện áp nguồn, dòng điện, nhiệt độ môi trường,...

c) Phân loại

Có rất nhiều loại rơle thời gian với nguyên lí, cấu tạo rất khác khác nhau như:

+ Rơle thời gian kiểu điện từ (hình 6-4c).

+ Rơle thời gian kiểu thủy lực.

+ Rơle thời gian kiểu đồng hồ.

+ Rơle thời gian kiểu điện tử - bán dẫn.

Ta chỉ xét đại diện một loại:

Rơle thời gian kiểu điện từ cấu tạo như hình 6-4c loại này duy trì thời gian nhả chậm và chỉ dùng cho điện một chiều.

d) Nguyên lí

Trong quá trình đóng hay ngắt cuộn dây rơle thì ở trong vòng ngắn mạch (chính là ống lót bằng đồng 1) sẽ sinh ra sức điện động cảm ứng, dòng điện do nó sinh ra sẽ tạo ra một từ thông chống lại sự biến thiên từ thông do cuộn 7 dây sinh ra. Do đó nó làm cho tốc độ thay đổi của từ thông chậm lại làm thời gian tác động của rơle chậm lại.

Thay đổi thời gian tác động bằng cách thay đổi độ căng lò xo 3, điều chỉnh vít 4 để điều chỉnh chiều rộng khe hở có miếng đệm 6 hoặc trị số dòng điện.

Loại này thời gian chậm đến 3 giây.

Rơle điều khiển

Có chức năng như một rơle trung gian, nhưng có kích thước nhỏ, tần số thao tác lớn, khả năng ngắt lớn, hệ số nhả cao. Cấu tạo của rơle được mô tả như hình 6-11a.

Trong ống thủy tinh kín 1 đặt thanh dẫn 2 bằng thép lò xo dẫn từ. Ở hai đầu mỗi thanh dẫn có gắn tiếp điểm bằng flatin. Ống 1 được rút hết không khí hoặc cho vào đó một chất khí thích hợp, mục đích để hồ quang dập tắt dễ dàng. Ngoài ống đặt cuộn dây 3, khi đưa điện vào cuộn dây 3, lực điện từ sẽ làm hai thanh hút nhau, hệ tiếp điểm được đóng lại. Nếu ngắt điện của cuộn dây, lực đàn hồi của hai thanh dẫn làm tiếp điểm mở ra.

Loại rơle này có ưu điểm là môi trường làm việc của tiếp điểm gần như lí tưởng, do đó không bị oxy hóa. Khi đóng/ngắt không có hồ quang, vì vậy tuổi thọ của nó đạt tới khoảng 10 triệu lần đóng/ngắt. Khe hở giữa hai tiếp điểm bé nên cho phép thời gian tác động bé, cỡ (0,2 ¸ 0,4).10-3s. Có thể làm việc với tần số thao tác từ 400 đến 2000 lần đóng ngắt trong một giây. Khả năng ngắt của rơle với đường kính ống thủy tinh d= (2,5 ¸ 6,5) mm chiều dài l = (10 ¸ 55) mm đạt tới 1A, đôi khi tới 5A. Từ trường cần thiết cho điều khiển bé, sức từ động của cuộn dây bé khoảng (20 ¸ 200) A.vòng.

iiđk123a)1234iđkb)Hình 6-11: Rơle điều khiểnHình 6-11b trình bày cấu tạo của một rơle dòng điện, trong ống thủy tinh 1 gá hai điện cực bằng vonfram 2 và trong có một lượng thủy ngân. Phao sắt từ 3 hình trụ rỗng, nổi trên thủy ngân (vì tỉ trọng của sắt bé hơn tỉ trọng của thủy ngân). Cuộn dây điều khiển 4 được đặt lệch về phía dưới của ống (về phía chứa thủy ngân). Khi không có điện vào cuộn dây, phao 3 nổi, cực 2 không tiếp xúc với thủy ngân, mạch điện hở. Khi có điện vào cuộn dây, lực điện từ sẽ hút phao 3 về phía cuộn dây làm thủy ngân dâng lên, cực 2

ngập trong thủy ngân, mạch điện được nối kín. Vì ngắt bằng thủy ngân nên tốc độ ngắt rất lớn, sinh ra quá áp cao.

ĐẠI CƯƠNG VỀ RƠLE TĨNH

Sự đổi mới của kĩ thuật rơle

a) Những hạn chế của rơle điện- cơ

Cho đến khoảng những năm 70 các thiết bị bảo vệ rơle chủ yếu cũng chỉ thực hiện với cơ cấu so sánh là điện từ và cơ khí, cơ cấu thừa hành là tiếp điểm hợp kim.

Cơ cấu đo và so sánh cơ - điện từ có những đặc điểm :

- Chậm: mạch điện từ đo mất khoảng 20 ms, cơ cấu so sánh đòn bẩy, lò xo, cuộn dây nhanh cũng cỡ 10ms.

- Kém chính xác: việc đo điện từ trước kia thường đo qua biến dòng (BI) 5A   100A, đo áp của BU cỡ 100V. Thường không qua lọc, khi đo lẫn cả thành phần tần số công nghiệp với các thành phần tự do và hài. Những thành phần này thường khá lớn có thể làm sai kết quả đo rất nhiều.

- Cơ cấu đo và so sánh lại thường chỉ là loại đo đơn biến, một dòng hoặc một áp. Thường khó thực hiện được những phép xử lí phức tạp cần có như các phép số học, giải tích, phép trễ, phép đếm ,...

Do đó muốn bảo vệ cho một đối tượng đơn giản là một đường dây phân phối, cũng phải cần dùng tới mười phần tử rơle, kèm theo một sơ đồ nối dây phức tạp chiếm một tủ thiết bị. Chi phí cao mà độ tin cậy, chính xác, tốc độ và các chức năng bảo vệ thì khiêm tốn.

b) Rơle điện tử hóa(rơle tĩnh)

Từ khoảng những năm 70 đến 90 các rơle cơ- điện được cải tiến theo hướng điện tử hóa. Chủ yếu người ta tìm cách thay các cơ cấu đo, cơ

cấu so ngưỡng bằng các mạch điện tử và vi mạch bán dẫn.

Một số phép xử lí đơn giản như cộng, đạo hàm, tích phân, đếm, trễ,... cũng thực hiện bằng mạch điện tử.

Vi mạch điện tử đã khiến thiết bị bảo vệ tiến một bước khá dài, tiểu hóa thiết bị, nâng cao thêm độ chính xác và chất lượng các chức năng rơle.

Rơle tĩnh đã được dùng để phối hợp bảo vệ trong hệ thống điện từ khoảng những năm 1970, đầu tiên là sử dụng các đèn điện tử sau đó đến các Tranzitor silic với tốc độ tin cậy cao để tạo nên các cổng tín hiệu.

Rơle kĩ thuật analog (tín hiệu vào/ra là tín hiệu liên tục): Các loại rơle này sử dụng độc lập riêng lẻ các bộ phận có một số chức năng riêng tương tự rơle điện cơ với các chức năng thông thường, có thể sử dụng khối thay thế trực tiếp. Trong hình 6-17 là rơle quá dòng chạm đất được thiết kế để cải thiện tính năng của rơle điện cơ bằng sự phân chia phối hợp bảo vệ.

c) Rơle số hóa

Phải đến khoảng những năm 90 khi đưa kĩ thuật vi xử lí, vi điều khiển vào thì thiết bị rơle đã thực hiện một sự thay đổi tiến hóa toàn diện.

Vi xử lí, vi điều khiển là công cụ thực hiện được rất tốt các công việc như lọc các tín hiệu vào, việc đo nhanh nhiều biến (3 dòng, 3 áp, thời gian,...), việc tính toán nhanh những xử lí phức tạp nhất (số học, giải tích, đếm, phân tích phổ,...), so nhiều ngưỡng ,...Vì vậy các rơle số hóa có những ưu việt lớn :

c.1) Tốc độ đo, tính nhanh các véc tơ biến vào, với độ chính xác cao độ tin cậy cao.

c.2) Do những điều trên khiến một rơle có thể thực hiện được cùng một lúc tất cả những chức năng bảo vệ phức tạp khác nhau cho một đối tượng, thậm chí gồm cả những chức năng bảo vệ dự bị cũng như các

chức năng bảo vệ phụ thêm nữa. Từ đó sinh ra một số đặc điểm mới khác với hai thế hệ rơle truyền thống cũ là :

+Rơle số được chế tạo theo hướng một rơle thực hiện tất cả những phép đo lường, phân tích tính toán tất cả những phép so sánh, tất cả các chức năng bảo vệ cần cho một thiết bị điện lực. Đó là những rơle đa chức năng tổng hợp thành bộ.

+Người ta phân loại các rơle thành bộ theo nhóm các đối tượng bảo vệ, số kiểu rơle được thu gọn lại trong một số nhóm sau :

* Các kiểu rơle bảo vệ máy phát điện.

* Các kiểu rơle bảo vệ đường dây siêu cao và cao áp.

* Các kiểu rơle bảo vệ đường dây phân phối trung áp.

* Các kiểu rơle bảo vệ biến áp.

* Các kiểu rơle bảo vệ thanh cái.

* Các kiểu rơle bảo vệ mô tơ điện đồng bộ, không đồng bộ.

* Rơle sa thải theo tần số,...

+Mỗi rơle số lại có khả năng ghi lại số liệu vận hành, số liệu các sự cố cả những số liệu về tác động bảo vệ "CẮT", "ĐÓNG LẠI",... giúp sử dụng vào nhiều việc phân tích, thống kê liên quan.

Mỗi rơle số lại biết tự động báo các sự kiện, sự cố cho người trực và cho một máy tổng hợp ghi nhận, máy này lại tự động báo cáo với hệ SCADA của trạm.

c.3) Về kết cấu thì rơle số có thể tích thu gọn rất nhiều; một tủ rơle cũ được thay bằng một rơle số hóa. Một tủ rơle số hóa của trạm điện thường chứa xếp chồng hai rơle cao áp lớn, hoặc tám rơle bảo vệ trung áp.

Kết quả là phòng điều khiển trung tâm thu gọn lại tất cả chỉ còn 1   2 tủ rơle, 1   2 tủ thu thập thông tin cho SCADA và 1   2 màn hình SCADA.

c.4) Việc đấu nối dây cho một rơle số chỉ còn lại sáu dây dòng, sáu dây áp, hai dây nguồn và vài cặp dây đi "ĐÓNG", "CẮT". Tất cả đấu vào các cọc ở phía sau của rơle, so với các tủ cũ thi đơn giản hơn nhiều.

c.5) Việc chỉnh đặt, kiểm tra, thử nghiệm đều thực hiện bằng truyền tin giữa rơle và máy tính, rất là giản tiện, đặc biệt nhanh chóng và chính xác.

c.6) Giá thành của rơle số hóa rẻ hơn rơle truyền thống, nói chung chỉ bằng nửa.

Ví duṭ: một tủ rơle truyền thống bảo vệ một đường dây phân phối thì khoảng giá 3000   4000 USD. Trong khi đó một rơle số bảo vệ đường dây phân phối giá chỉ khoảng 1500   2000 USD. Rơle kĩ thuật số (digital): đặc điểm của loại này là trong một mô đun có thể có thể phối hợp nhiều chức năng phức tạp mà các yếu tố đo lường liên quan bằng các mức logic phối hợp được xử lí bởi các mạch số trong bộ vi xử lí, đầu ra là chung cho tín hiệu đóng cắt và tín hiệu báo như hình 6-20.

c.7) Thời gian tác động: thời gian tác động ảnh hưởng nhiều đến sự ổn định của hệ thống. Nếu sự cố được giải quyết càng nhanh thì khả năng duy trì sự ổn định của hệ thống càng cao. Trong rơle tĩnh không có các phần tử quán tính cơ trong chuyển động nên thời gian tác động rất nhanh, thường Ttđ = 0,6ms. Giới hạn tối đa của tốc độ đáp ứng trong thực tế tùy thuộc chế độ quá độ của máy biến dòng hay các phần tử khác.

c.8) Tính chọn lọc: việc xử lí tốt nhất đối với các tình trạng sự cố có nghĩa là chỉ ngừng cung cấp điện cho một số lượng tối thiểu các phụ tải tiêu thụ được bảo vệ, phải đảm bảo sàng lọc chỉ ngắt ra khỏi mạch những thiết bị bị sự cố, còn các thiết bị khác phải vẫn tiếp tục làm việc. Trong trường hợp bảo vệ phức tạp như bảo vệ khoảng cách việc chọn là do khối xử lí trung tâm xác định. Trường hợp bảo vệ đơn giản, việc tạo tính lựa chọn qua các phần tử cơ bản (như đưa thêm vào một mạch trì hoãn thời gian..) để có đặc tính tác động phù hợp trong trường hợp bảo vệ phức tạp. Nếu khi thời gian tác động không được ưu tiên hàng đầu thì

có thể chấp nhận một thời gian trì hoãn nào đó để giải quyết sự cố theo điều kiện chọn lọc.

c.9) Tính tin cậy: đảm bảo chỉ tác động và luôn tác động khi cần thiết và chỉ khi cần thiết mà thôi(tức là đảm bảo không tác động sai hay tác động không đúng lúc với thiết bị được bảo vệ). Để đạt được tính đảm bảo làm việc của bảo vệ cần phải có hai điều kiện là:

+Bảo vệ phải được thiết kế đúng (theo quan điểm sơ đồ tính toán các giá trị điều chỉnh).

+Trang thiết bị phải có giá trị tin cậy cao.

Các điều kiện này rơle tĩnh hơn hẳn rơle điện cơ vì không có các chuyển động cơ học, không tạo ra tác động sai như rơle tiếp điểm. Tần số tác động và tuổi thọ của rơle tĩnh cũng hơn hẳn rơle điện cơ và thời gian trở về cũng nhanh hơn.

c.10) Độ nhạy: công suất tiêu thụ của rơle tĩnh (các mạch bán dẫn) vô cùng nhỏ so với các rơle điện cơ. Độ nhạy cũng rất cao hệ số trở về gần bằng 1(Ktv=Itv/Ikđbv »1). Điều đó làm giảm dòng và tăng độ nhạy của rơle, ngoài ra kích thước bao bì của các loại rơle tĩnh chỉ bằng khoảng 1/3 đến 1/5 rơle điện cơ dẫn đến giảm kích thước bảng gắn và không gian điều khiển.

c.11) Tinh độc lập với các điều kiện vận hành : rơle cần phải tác động đúng khi xuất hiện sự cố ở thiết bị bảo vệ. Các giá trị khởi động cần phải được tính toán ở các chế độ làm việc cực đại và cực tiểu của trang thiết bị được bảo vệ. Trong rơle số hoặc bán dẫn tín hiệu điều khiển được lấy cách li với tín hiệu mạch động lực qua điốt phát quang (hay phtotranzitor), nhiễu lọc qua bộ lọc tần số cao nên không chịu ảnh hưởng của nhiễu cơ học và nhiễu tần số cao.

c.12) Ưu điểm trong phối hợp bảo vệ hệ thống: Trong rơle tĩnh nhất là rơle kĩ thuật số, việc sử dụng cáp quang qua môđun giao diện dữ liệu dẫn đến tốc độ truyền tín hiệu rất nhanh và độ tin cậy tốt không bị ảnh hưởng của dòng điện từ kĩ thuật truyền số. Do thời gian tác động rất

chính xác cho nên có thể phối hợp nhiều bảo vệ để đạt độ chính xác cao nhất cho toàn hệ thống. Rơle kĩ thuật số với hiển thị số rất tiện lợi cho người vận hành.

Trong bảo vệ lưới điện hoặc một hệ thống thiết bị luôn đòi hỏi phải tiến hành điều khiển tự động tách thiết bị sự cố ra khỏi phạm vi của lưới hay hệ thống khi xuất hiện sự cố hay một chế độ làm việc không bình thường có nguy cơ gây hỏng thiết bị. Sự ngăn cách thiết bị bị sự cố với hệ thống cần phải thực hiện sao cho có thể ngăn ngừa được sự phát triển của sự cố hay nguy cơ hủy diệt thiết bị và thiết lập trở lại chế độ làm việc bình thường với phần hệ thống còn lại. Đảm bảo liên tục sự làm việc của hệ thống trong điều kiện tối đa có thể được. Để giải quyết sự cố trong những điều kiện tốt nhất thì sự bảo vệ bằng rơle tĩnh nói chung và rơle số nói riêng thỏa mãn được hàng loạt các chỉ tiêu kĩ thuật mà rơle điện cơ đã không đạt được.

Hiệu quả nói chung của rơle tĩnh hơn hẳn rơle điện cơ, tuy nhiên trong tính toán kinh tế khi thiết kế bảo vệ cần chọn các giải pháp tốt nhất để giảm nhỏ giá đầu tư thiết bị bảo vệ. Cần quan tâm các vấn đề như tiêu tốn cho bảo quản, bảo dưỡng và kiểm tra xem xét định kì, với rơle tĩnh công tác bảo dưỡng kiểm tra thông qua việc tháo lắp các môđun không cần làm sạch tiếp điểm như rơle điện cơ. Thay thế rơle tĩnh cũng được thực hiện đơn giản khi sự cố, loại được các sai sót như nối cáp ở rơle điện cơ. Tuy nhiên việc thay thế sửa chữa rơle tĩnh cũng cần cán bộ kĩ thuật có chuyên môn cao hơn. Hiện nay trình độ cán bộ kĩ thuật ngày càng được nâng cao và giá bán rơle tĩnh không ngừng giảm, trong hệ thống điện và các mạng điện điều khiển rơle tĩnh đang thay chỗ dần cho rơle điện cơ.

Rơle tương tự

Rơle loại này có đặc trưng là các thông số vào/ra rơle như dòng, áp, góc lệch pha, công suất,... là các đại lượng liên tục (analog). Tín hiệu này được so sánh với một hay nhiều đại lượng đầu vào có giá trị chuẩn để

cho tín hiệu đầu ra (rơle loại này gồm các loại rơle bán dẫn, rơle điện tử). Cấu trúc rơle loại này gồm các khối sau:

a) Khối tiếp thu

Khối này gồm hai phần chính là bộ đo lường và bộ so sánh, đại lượng đầu ra của bộ phận này gồm một trong hai giá trị chuẩn.

UrIAiaIBibIcicUrIAiaIBibIcica)b)Hình 6-12: Thực hiện lấy tín hiệu và chỉnh lưu trong khối tiếp thu + Bộ phận đo lường lấy tín hiệu từ các máy biến dòng để biến đổi thành đại lượng một chiều nhờ cầu chỉnh lưu. Có hai cách thực hiện chỉnh lưu như hình 6-12a,b.

+ Bộ so sánh có thể làm việc theo hai nguyên tắc chính là:

-So sánh hai đại lượng điện theo giá trị tuyệt đối (dùng cho các rơle bảo vệ khoảng cách, bảo vệ so lệch, bảo vệ quá áp, bảo vệ kém áp,...)

-So sánh hai đại lượng điện theo giá trị góc pha (dùng cho rơle bảo vệ khoảng cách, rơle định hướng công suất,...).

a) b)Hình 6-13: Thực hiện so sánh theo giá trị tuyệt đối0tUU0UraUvào(+)UraCRUvàoU0

Bộ phận so sánh hai đại lượng điện theo giá trị tuyệt đối thường sử dụng mạch tích hợp (integrated circuit), ở đây ta chỉ xét một sơ đồ so sánh tiêu biểu dùng khuếch đại thuật toán như hình 6-13. Cổng không đảo của khuếch đại thuật toán được nối vào điện áp chuẩn Uo là điện áp cần so sánh với cổng đảo. Nếu điện áp vào thấp hơn Uo chuẩn thì sẽ cho ra tín hiệu ở đầu ra (ở mức cao). Việc sử dụng khâu R-C ở đầu vào là để thay đổi thời gian hoạt động bằng cách thay đổi trị số của R và C. Ở đây bộ phận này sẽ cho ra tín hiệu nếu biên độ tín hiệu điện áp đầu vào vượt quá biên độ điện áp đặt trước Uo (Uo cũng có thể điều chỉnh được).

Bộ phận so sánh hai đại lượng điện theo giá trị góc pha thường sử dụng bộ tách sóng phân cực (polanity detector) như hình 6-14.

IC1IC2IC3Hình 6-14: Thực hiện so sánh theo trị phaĐầu đảo của khuếch đại thuật toán được nối mát, tín hiệu sóng vào là tín hiệu hình sin tín hiệu ra được chuyển sang dạng xung vuông nhờ việc dùng khuếch đại thuật toán (KĐTT).

Tín hiệu ra chỉ có hai mức tương ứng với tín hiệu vào (hiển nhiên là độc lập với biên độ tín hiệu vào). Việc so sánh góc pha có thể thực hiện bằng hai bộ tách sóng phân cực và so sánh pha để cho ra tín hiệu xung vuông.

b) Khối thực hiện

Mục đích của khối này thực hiện những biến đổi đột ngột của mạch điện ngoài như khuếch đại tín hiệu để đưa đến cuộn cắt máy cắt. Ta xét sơ nguyên lí khối thực như hình 6-15.

Mạch thyristor thực hiện các yêu cầu và cung cấp cho các mạch đầu ra tín hiệu độc lập. Tín hiệu kích thích được cho tranzitor nhờ điốt phát quang, sự trì hoãn tín hiệu được cung cấp bởi thyristor TH1, điốt zerne Uz và điện trở R1. Điốt Uz không thể điều khiển kích thích cho thyristor TH2 được cho đến khi điện áp trên R1 vượt quá điện áp trên Rz lúc này mới có tín hiệu đến kích thích thyristor TH2 làm thyristor này dẫn và cho tín hiệu đến cuộn tác động cắt máy cắt ra.

c) Khối trì hoãn

Một mạch khác được sử dụng trong trong rơle tĩnh là mạch tich phân, sử dụng khâu chính là một khâu khuếch đại thuật toán (KĐTT) như hình 6-16.

Hình 6-15: Cấu trúc một khối thực hiệnTrên sơ đồ hình 6-16 dòng vào có giá trị i = $\frac{E_1}{R_1}$ nạp cho tụ C thông qua mạch phản hồi. Cổng không đảo của KĐTT này nối mát, điện áp trên tụ là:

$U_c = \frac{1}{C}\int i_c \mathrm{dt} = \frac{1}{C}\int \frac{E_1}{R_1}\mathrm{dt}$ta có điện áp trên tụ là:

$$U_c = \frac{1}{R_1 C}\int E_1 \mathrm{dt}$$

Điện áp đầu ra $E_0 = -U_c = \frac{-1}{R_1C} \int E_1 \mathrm{dt}$. Ta thấy điện áp ra E0 tỉ lệ với tích phân điện áp vào E1.

Mạch này được sử dụng liên tục như mạch trì hoãn thời gian. Tốc độ thay đổi của điện áp đầu ra tỉ lệ với biên độ của điện áp vào.

E0CRE1Ic-+Hình 6-16: Mạch tích phân dùng để trì hoãnd) Khối chỉnh định

Với rơle tĩnh cho phép việc chỉnh định các bộ phận trong rơle để phối hợp bảo vệ, thông thường có hai cách:

+ Chỉnh định các thông số đầu vào để phù hợp với rơle.

+Chỉnh định các thông số chuẩn trong khối so sánh để xác định ngưỡng tác động của rơle. Điện áp ngưỡng của khối so sánh cũng có thể chỉnh định bằng hai cách là:

- Chỉnh định U0 bằng biến trở trước khi đưa vào bộ phận so sánh để có giá trị phù hợp.

- Chỉnh định ngay ở phía đầu vào bằng việc thay đổi trị số của biến trở hay điện dung của khâu R-C. Qúa trình nạp cho tụ C khi điện áp đầu vào thay đổi có dạng như hình 6-13b. Như vậy bộ so sánh thực hiện cho tín hiệu ra khi điện áp trên cổng không đảo (đầu vào) vượt quá điện áp U0. Tùy trị số R và C độ dốc của đặc tính đó sẽ nhiều hay ít, ta có ngưỡng tác động khác nhau, đồng thời mạch R-C cũng có ngưỡng tác động khác nhau. Sơ đồ nguyên lí của một rơle dòng cực đại bằng kĩ thuật tương tự như hình 6-17.

Chú ý: ngày nay rơle kĩ thuật tương tự hầu như không còn sử dụng linh kiện đèn điện tử mà hầu hết thay bằng linh kiện bán dẫn nên ở đây không đề cập linh kiện điện tử.

Filtrer+LeverDetector 2IAi0IBiAICiBMaximumCurrentGate andRecchfierFilterCurve ShaperLeverDetector 1RL2RL2LeverDetector 3SetingTimerRegulator

Hình 6-17: Sơ đồ khối một loại rơle tương tự của hãng ABB

Rơle kĩ thuật số

Đặc điểm: các tín hiệu xử lí bên trong của rơle kĩ thuật số ở dạng số (dạng nhị phân 0,1) mà nó có thể thực hiện nhiều chức năng tuần tự. Tín hiệu đầu vào được chuyển sang tín hiệu số để điều khiển tín hiệu ra.

a) Chức năng và cấu trúc tổng quan rơle số

Một rơle số có những loại nhiệm vụ chức năng sau :

a.1) Chức năng đo lường : là chức năng đầu tiên và quan trọng nhất, nhằm đo, lọc, tính ra những thông số mạch điện mà rơle phải canh. Các lượng vào đầu tiên nói chung là :

- Dòng ba pha, dòng trung tính.

- Áp ba pha, áp thứ tự zêrô.

Số lượng vào cụ thể lại tùy yêu cầu của rơle. Những lượng này khi không có sự cố thường là hình sin và cân bằng, dòng trung tính, áp thứ tự zêrô bằng không. Nhưng khi sự cố sẽ có một biến động mạnh của thành phần tần số công nghiệp, thường kèm theo mất đối xứng khiến sinh ra các thành phần thứ tự nghịch và zêrô. Một nét đặc biệt quan trọng khác nữa là kèm theo đó thường sinh ra những thành phần quá độ tự do lớn, không chu kì, khiến dòng áp quá độ cố mất dạng hình sin.

Do đó những dòng áp đo vào cần được :

- Biến nhỏ lại bằng những BU và BI đặc biệt (BI không bão hòa, dải đo rộng).

- Lọc thông thấp ra thành phần tần số công nghiệp gồm lọc cứng, khi cần kết hợp lọc bằng phần mềm.

- Chuẩn hóa đến mức điện áp thích hợp, qui định cỡ 2V ứng với Uđịnh mức và ứng với 10.Iđịnh mức.

Những việc trên thực hiện chủ yếu bằng phần cứng.

a.2) Chức năng lấp mẫu, tính toán canh sự cố, khởi động các rơle chủ yếu gồm các việc sau :

* Lấp mẫu dòng, áp, tần số, đếm pha đưa vào bộ đệm mẫu.

* lọc số tiếp nếu cần.

* Tính toán phân tích ra các số liệu cần như :

- Dòng, áp hiệu dụng (hoặc số gia i, u).

- Các thành phần thứ tự pha dòng áp.

- Góc lệch pha.

* Tính các biểu thức đặc trưng sự cố, so ngưỡng để phát hiện sự cố.

a.3) Các thành phần bảo vệ rơle và ghi chép sự cố :

Khi xảy ra sự cố thì modul canh sẽ khởi động chạy chức năng bảo vệ rơle để xử lí ứng với sự cố ấy. Một rơle số có nhiều chức năng rơle khác nhau do các CPU thực hiện. Một modul chương trình bảo vệ rơle tương ứng sẽ bắt đầu tiếp nhận lấy những số liệu đang tiếp tục diễn biến, để tính định lượng cụ thể các thông số của sự cố ấy và tính ra thời gian trễ cần cho việc "CẮT" sự cố. Đồng thời một modul cũng ghi chép lại diễn biến của sự cố để có thể lấy ra dùng sau này.

a.4) Chức năng "CẮT" sự cố.

a.5) Chức năng "ĐÓNG LẠI" (nếu có).

SamplingLine energizdUndervoltagedistance relaypickc upPower swingblockingTripping logicClosing logicNormal operation programPhase

distatacerelay picks up Faul detector startsearth distancerelay picks up NNNYYYYSample interruptReturn to main programHình 6-18Biểu đồ chức năng bảo vệ của CPU1 trong LFP 931 của hãng NARI(Trung Quốc).

a.6) Chức năng tự kiểm tra thiết bị, như kiểm tra BU, BI đứt, chập, kiểm tra điện áp để "ĐÓNG", "CẮT" đủ không và nhất là kiểm tra các vi xử lí có chạy tốt không. Để có những xử lí báo tín hiệu hay báo động cần thiết. Hình 6-18 vẽ một phần lưu đồ xử lí của rơle bảo vệ nhanh đường dây cao áp LFP.931 của hãng NARI Trung Quốc.

b) Phần mềm của rơle số

Kết cấu phần cứng và phần mềm của các kiểu rơle số của các hãng khác nhau thường có những nét đặt biệt riêng, không giống nhau. Các hãng đó đều không cho thông báo gì rõ về phần cứng, phần mềm của họ. Ở đây sẽ chỉ nêu trên những nét chung về phần mềm của rơle số.

b.1) Phần mềm của rơle số ở Runtime sau khi KHỞI ĐẦU thường gồm một số bộ phận

Trở về RTIĐồng hồ lấy mẫu gọiDo modul CANH sự cố khởi độngModul lấy mẫu 12,16,24lần chu kì trở về của RTI khởi độngModulCANHsự cốKhởi độngcác rơle bảo vệTính và lưusố liệusự cốModul các bảo vệ rơle -Kiểm tra cờ tính sự cố của bảo vệ.-Dựng /xóa các cờ sự cố-Ghi các thời gian CẮTModul CẮT -Kiểm tra các cờ CẮT.-Đếm ngược các thời gian CẮT.-Ra lệnh CẮTModul ĐÓNG LẠI -Kiểm tra settings.-Đếm ngược các thời gian Reclose.-Ra lệnh ĐÓNGĐồng hồ 20ms gọiĐồng hồ 20ms gọiCó sự cố ?NYHình 6-19Lưu đồ khái quát "RUNTIME" của rơle số

a) Bộ phận thường kì chạy liên tục theo những chu kì

* Modul "LẤY MẪU" các dòng, áp, trạng thái cất vào byffer các mẫu. Tần số lấy mẫu 12, 16 hoặc 24 lần/chu kì điện.

*Modul "CANH" sự cố, nó tính liên tục những thông số đặc trưng sự cố hay dùng các biên độ dòng và canh, khi chúng vượt những ngưỡng thì

phát hiện ra sự cố và khởi động những modul bảo vệ làm việc. Khởi động modul "LƯU GIỮ" các số liệu của sự cố (dòng, áp, các lệnh đóng/cắt,...). Chu kì canh giữ thường 10ms hay 20ms.

1. Các modul "BẢO VỆ RƠLE" do modul "CANH" khởi động

Gồm một số modul bảo vệ chính và một số modul bảo vệ hậu bị. Ví dụ bảo vệ quá dòng cắt nhanh, bảo vệ quá dòng định thời gian, bảo vệ quá dòng thời gian, bảo vệ phương hướng góc pha, bảo vệ khoảng cách, bảo vệ thấp tần,... Thật ra chỉ khởi động những bảo vệ đã được người dùng chọn. Các modul này có thể được thiết kế theo kiểu chạy lần lượt, theo một thứ tự đã định. Chúng lần lượt tính chi tiết những thông số liên quan đến nhiệm vụ bảo vệ của mình. Ví dụ modul bảo vệ quá dòng thời gian sẽ tính xem :

- Quá dòng các pha nào, giá trị bao nhiêu.

- Thời gian cắt theo tiêu chuẩn thời gian ngược nào, tính ra là bao nhiêu ms bao nhiêu chu kì 20ms.

Sau đó từng modul dựng cờ sự cố của mình và ghi vào ô nhớ thời gian của mình để modul "TRIP" thực hiện.

1. Modul "TRIP" cũng được modul "CANH" khởi động bắt đầu chạy

Nó kiểm tra các cờ sự cố và các ô ghi thời gian cắt để đếm ngược cho đến hết thời gian cắt nào trước thì ra lệnh "CẮT". Sau đó nó xem có đặt chế độ "ĐÓNG LẠI" RECLOSE (sau cắt quá dòng) thì khởi động cho modul "RECLOSE" hoạt động.

1. Modul đóng lại "RECLOSE" được khởi động

Nó sẽ kiểm tra chế độ Reclose (mấy lần, thời gian giãn cách bao nhiêu) và đếm lùi căn thời gian ra lệnh các lần "ĐÓNG LẠI".

Việc "ĐÓNG LẠI" cũng như lệnh "ĐÓNG CẮT" còn thêm option định rằng phải kiểm tra đồng bộ hay không. Lưu đồ thay thế như hình 6-19.

c) Phần mềm khác

Bên cạnh Runtime còn có bộ phận giao tiếp sau :

c.1) Modul "BÁO CÁO"

Nó báo cáo các thông tin về sự cố xảy ra (như thời gian, kiểu sự cố, cường độ sự cố, thời điểm ra lệnh cắt, thời điểm cắt xong) gởi lên máy "QUẢN LÍ RƠLE" (nếu trong hệ có đặt máy này) để "QUẢN LÍ RƠLE" báo cáo sang cho hệ SCADA.

c.2) Modul này cũng báo cáo về lịch sử các sự cố cho một máy tính nối thông tin với nó qua một cổng PORT RS - 232.

c.3) Một modul "LẬP TRÌNH CHẾ ĐỘ"

Cũng giao tiếp với máy máy tính qua "PORT" đó để đối thoại giúp người thiết kế khai báo cấu hình bảo vệ cho rơle, như dùng chức năng bảo vệ nào, các số đặt settings bao nhiêu. Modul này sẽ ghi giữ lại các số đặt ấy trong bộ nhớ, để các modul Runtime sẽ tra đọc mà làm việc.

d) Cấu trúc chung của rơle số

Từ các chức năng trên thấy rơle số có một số chức năng thực hiện bằng những phần cứng gần tương tự nhau :

- Mạch BI, BU đo vào chuẩn hóa (những lượng dòng, áp vào).

- Mạch lọc cứng; Mạch lấy mẫu (lấy mẫu những lượng gì, tần số lấy mẫu).

- Mạch vi xử lí (mấy CPU, kiểu gì); Mạch "CẮT".

- Mạch giao tiếp với người, mạch thông tin; Các đèn báo.

InputInterposingCurrent setting switchA to DCurrent select swichesHighSwitchsetting TMSSwitchsetting MicrocomputerOutput DriversH.S output relayTime currentoutput relayH.STime0.2/0.1 0.4/0

0.5/00.2/0 0.4/0 0.4/00.2/00.1/00.05/00.05/0.0250/016/05/02/01/0Tín hiệu sau khí lấy qua biến dòng có trị số thích hợp được đưa vào chỉnh lưu tạo ra dòng điện một chiều. Tuy nhiên các mạch điện tử chỉ làm việc với một dòng điện định mức giới hạn nhỏ nhất định nào đó. Để đưa dòng điện thích hợp vào CPU, ta phải lựa chọn dòng điện đầu vào nhờ công tắc lựa chọn để có tín hiệu vào trong dải cho phép. Cấu trúc chung của một rơle số gồm các khối sau:

Hình 6-20: Sơ đồ khối một rơle số của hãng ABBd.1) Bộ biến đổi A/D: trong CPU có khối A/D làm nhiệm vụ chuyển tín hiệu từ tương tự(liên tục) sang tín hiệu số. Bộ phận này có hai chức năng là lượng tử hóa tín hiệu liên tục cho ra tín hiệu rời rạc sau đó mã hóa tín hiệu rời rạc này. Việc mã hóa là gán những mã nhị phân cho từng tín hiệu rời rạc trong quá trình lượng tử hóa.

d.2) Sau khi lấy tín hiệu từ bộ chuyển đổi đầu vào A/D: ở dạng số bộ vi xử lí (CPU) sẽ phân tích đánh giá và cho tín hiệu đầu ra. Bộ CPU có nhiều khối nhỏ hợp thành việc chỉnh định các thông số tác động nhờ các công tắc lập trình cho các giá trị đặt. Các công tắc là một trong số chuỗi nhị phân của của giá trị lập trình đó, nó có thể ở mức 0 hay mức 1. Khi chỉnh định các thông số các giá trị này có thể hiển thị trên màn hình tương ứng các giá trị của các công tắc lập trình đó.

Ngoài ra, thời gian tác động cũng được đưa vào các công tắc lập trình, tùy theo nhu cầu phối hợp bảo vệ mà ta chọn số nào trong chuỗi công tắc lập trình đó.

d.3) Khối điều khiển đầu ra: thực hiện việc chuyển mạch đưa tín hiệu vào các rơle đầu ra, mỗi rơle đầu ra có thể cho tín hiệu đến máy cắt hay đèn tín hiệu khi có sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ.

d.4) Rơle đầu ra (khối thực hiện): cũng tương tự ở rơle tương tự tín hiệu cắt nhờ tầng khuếch đại công suất đưa đến cuộn cắt máy cắt. Trong rơle so lệch trị số các vòng dây của biến dòng và giá trị điện trở thường được chọn để hằng số thời gian của mạch thứ cấp kể cả mạch từ hóa rất bé (khoảng 0,06 chu kì tần số trong công nghiệp). Giá trị tối ưu này được

hiệu chỉnh sao cho khi đóng không tải thành phần ngắn mạch trong vùng bảo vệ được hấp thụ hoàn toàn bởi mạch từ hóa của máy biến áp trong khoảng 0,18 chu kì tần số công nghiệp. Do vậy rơle không bị chậm pha khi có dòng ngắn mạch hình sin với thành phần không chu kì. Hình 6-20 và 6-21 vẽ sơ đồ sơ lược của rơle số của hãng ABB và hãng NARI: Chức năng từng bộ phận mạch của rơle được các sơ đồ thể hiện một cách sơ lược.

e) Bộ phận chức năng giao tiếp với người

e.1) Các rơle số có những bộ phận để giao tiếp với người thuận tiện (thường có tổ chức):

* Một PORT truyền tin RS - 232 hoặc RS - 485 để truyền tin đối thoại với người lập trình hoặc trực ban qua màn hình hay bàn phím máy tính.

* Một panel bảng chữ LCD và bộ phím sử dụng để đối thoại với người lập trình hoặc trực ban.

e.2) Mục đích các việc truyền tin chủ yếu

e.2.1) Chỉnh đặt cho các chức năng bảo vệ rơle :Dùng/ không dùng chức năng bảo vệ nào; Đặt các giá trị mức ngưỡng, thời gian trễ, số lần bao nhiêu ,...

e.2.2) Khai báo cấu hình mạch vào gồm: hệ số BI, BU; khai báo cách đấu dây của chúng.

e.2.3) Khai báo về cấu hình các mạch đóng, cắt.

e.2.4) Đọc ra và sửa các thông số đã được chỉnh đặt, đã khai báo.

ALFVFCtesterBanary input I0i0IAiAIBiBICiCUAUBUCUNOptocouplerOutputrelayprotectionCPU2ManagementCPU1QJSerial portGeneralsartterSerial portPrinter

Hình 6-21: Kết cấu rơle số LFP-902 (bảo vệ đường dây siêu cao).

Cảm biến
Phần này trình bày khái niệm chung về cảm biến

KHÁI NIỆM CHUNG

Khái niệm

Cảm biến là các phần tử nhạy cảm dùng để biến đổi các đại lượng đo lường, kiểm tra hay điều khiển từ dạng này sang dạng khác thuận tiện hơn cho việc tác động của các phần tử khác. Cảm biến là một thiết bị chịu tác động của đại lượng cần đo m không có tính chất điện và cho một đặc trưng mang bản chất điện (như điện tích, điện áp, dòng điện, trở kháng) kí hiệu là s có s = F(m). Cảm biến thường dùng ở khâu đo lường và kiểm tra.

Các loại cảm biến được sử dụng rộng rãi trong tự động hóa các quá trình sản xuất và điều khiển tự động các hệ thống khác nhau. Chúng có chức năng biến đổi sự thay đổi liên tục các đại lượng đầu vào (đại lượng đo lường - kiểm tra, là các đại lượng không điện nào đó thành sự thay đổi của các đại lượng đầu ra là đại lượng điện, ví dụ: điện trở, điện dung, điện kháng, dòng điện, tần số, điện áp rơi, góc pha,...

Căn cứ theo dạng đại lượng đầu vào người ta phân ra các loại cảm biến như: cảm biến chuyển dịch thẳng, chuyển dịch góc quay, tốc độ, gia tốc, mô men quay, nhiệt độ, áp suất, quang, bức xạ,...

Các thông số cơ bản của cảm biến

a) Độ nhạy $S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$

Với: + X: gia số đại lượng đầu vào.

+ Y: gia số đại lượng đầu ra.

Trong thực tế còn sử dụng độ nhạy tương đối: $S_0 =$ mfrac

Với: Y là đại lượng ra.

X là đại lượng vào.

Cảm biến có thể là tuyến tính nếu S0=const hoặc là phi tuyến nếu S0= var. Cảm biến phi tuyến có độ nhạy phụ thuộc vào giá trị đại lượng vào (X).

b) Sai số

Sự phụ thuộc của đại lượng ra Y vào đại lượng đầu vào X gọi là đặc tính vào ra của cảm biến. Sự sai khác giữa đặc tính vào ra thực với đặc tính chuẩn (đặc tính tính toán hay đặc tính cho trong lí lịch) được đánh giá bằng sai số.

Phân làm hai loại sai số

+ Sai số tuyệt đối $\Delta X = X' - X$

X': giá trị đo được; X: giá trị thực.

+ Sai số tương đối $a = \frac{\Delta X}{X}$

Các nguyên nhân ảnh hưởng tới sai số

Có nhiều nguyên nhân khách quan và chủ quan ảnh hưởng tới sai số, trong thực tế người ta đưa ra các tiêu chuẩn và các điều kiện kĩ thuật để hạn chế mức độ ảnh hưởng này trong phạm vi cho phép.

Sai số ở giá trị định mức do yếu tố của bên ngoài gọi là sai số cơ bản. Nếu yếu tố của bên ngoài vượt ra khỏi giới hạn định mức thì xuất hiện sai số phụ. Để giảm sai số phụ phải giảm độ nhạy của cảm biến với yếu tố ngoài hoặc hạn chế ảnh hưởng của chúng bằng màn chắn hay môi trường khác.

c) Các yêu cầu của cảm biến

Muốn có độ nhạy cao, sai số nhỏ, cảm biến cần có các tính chất sau:

+ Có dải thay đổi đại lượng vào cần thiết.

+ Thích ứng và thuận tiện với sơ đồ đo lường, kiểm tra.

+ Ảnh hưởng ít nhất đến đại lượng đầu vào.

+ Có quán tính nhỏ.

Hiện nay có rất nhiều loại cảm biến, chúng làm việc theo nhiều nguyên lí khác nhau, do vậy kết cấu của cảm biến rất đa dạng và phong phú. Bảng 7-1 là nguyên lí làm việc và lãnh vực của cảm biến cảm ứng, là loại phổ biến trong tự động hóa và điều khiển tự động.

d) Phân loại cảm biến

Có thể phân các cảm biến làm hai nhóm chính: là cảm biến tham số (thụ động) và cảm biến phát (chủ động hay tích cực).

* Nhóm phát (làm việc như một máy phát hình 7-1) bao gồm các loại cảm biến sử dụng hiệu ứng cảm ứng điện từ, hiệu ứng điện áp, hiệu ứng Holl và sự xuất hiện sức điện động của cặp nhiệt ngẫu, tế bào quang điện.

+Hiệu ứng cảm ứng điện từ: trong một dây dẫn chuyển động trong một từ trường không đổi sẽ xuất hiện một sức điện động tỉ lệ với từ thông cắt ngang dây trong một đơn vị thời gian, nghĩa là tỉ lệ với tốc độ dịch chuyển của dây dẫn.

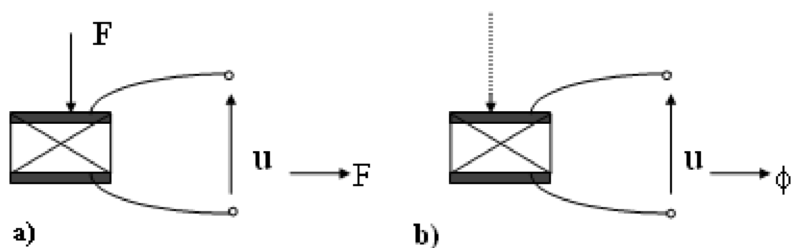
Hiệu ứng cảm ứng điện từ được ứng dụng để xác định tốc độ dịch chuyển của vật thông qua việc đo sức điện động cảm ứng.

+Hiệu ứng quang phát xạ điện tử: là hiện tượng các điện tử được giải phóng thoát ra khỏi vật liệu tạo thành dòng được thu lại dưới tác dụng của điện trường.

+Hiệu ứng quang điện trong chất bán dẫn: là hiện tượng khi một chuyển tiếp P-N được chiếu sáng sẽ phát sinh ra các cặp điện tử-lỗ trống, chúng

chuyển động dưới tác dụng của điện trường chuyển tiếp làm thay đổi hiệu điện thế giữa hai đầu chuyển tiếp.

+Hiệu ứng Holl: trong vật liệu (thường là bán dẫn) dạng tấm mỏng có dòng điện chạy qua đặt trong từ trường B có phương tạo thành một góc với dòng điện I sẽ xuất hiện một hiệu điện thế U theo hướng vuông góc với B và I. Hiệu ứng Holl được ứng dụng để xác định vị trí của một vật chuyển động. Vật sẽ được ghép nối cơ học với một thanh nam châm, ở mọi thời điểm vị trí của thanh nam châm xác định giá trị của từ trường và góc lệch tương ứng với tấm bán dẫn mỏng làm trung gian. Hiệu điện thế đo được giữa hai cạnh tấm bán dẫn trong trường hợp này (gián tiếp) là hàm phụ thuộc vị trí của vật trong không gian.



***Hình minh họa**: Cảm biến phát*
a) Hiệu ứng điện áp; b) Hiệu ứng hóa điện

Cảm biến loại này là cảm biến tích cực vì trong trường hợp này nguồn của dòng điện I (chứ không phải đại lượng cần đo) cung cấp năng lượng liên quan đến tín hiệu đo.

+Hiệu ứng điện áp: khi tác dụng lực cơ học lên một vật làm bằng vật liệu áp điện (như thạch anh) sẽ gây nên biến dạng của vật đó và làm xuất hiện lượng điện tích bằng nhau nhưng trái dấu nhau trên các mặt đối diện của vật (là hiệu ứng điện áp). Hiệu ứng này được ứng dụng để xác định lực hoặc các đại lượng gây nên lực tác dụng vào vật liệu áp điện (như áp suất, gia tốc,...) thông qua việc đo điện áp trên hai bản cực tụ điện.

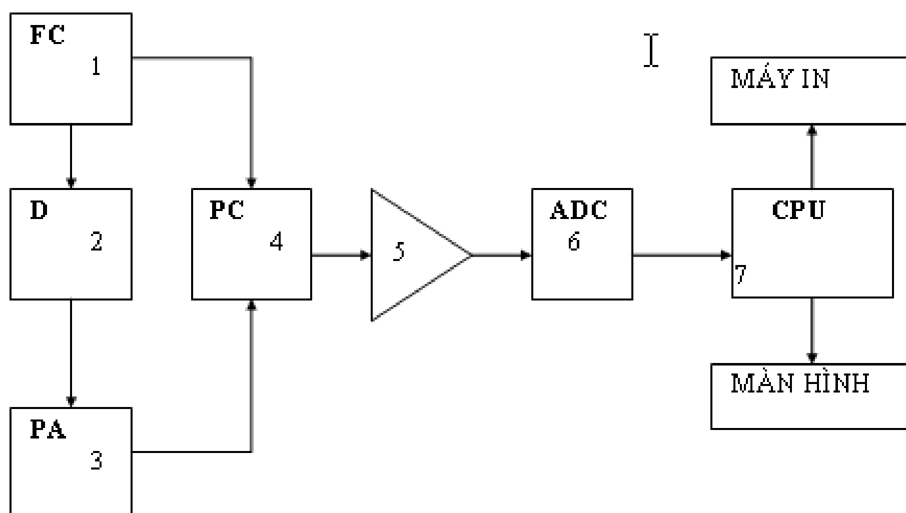
Ngoài ra còn cảm biến nhiệt điện, cảm biến hóa điện,...

*Cảm biến tham số (thụ động): thường được chế tạo từ những trở kháng có một trong các thông số chủ yếu nhạy với đại lượng cần đo. Một mặt giá trị của trở kháng phụ thuộc vào kích thước hình học của mẫu, nhưng mặt khác nó còn phụ thuộc vào tính chất điện của vật liệu như: điện trở suất, từ thẩm, hằng số điện môi. Vì vậy giá trị của trở kháng thay đổi dưới tác dụng của đại lượng đo ảnh hưởng riêng biệt đến tính chất hình học, tính chất điện hoặc đồng thời ảnh hưởng cả hai. Thông số hình học hoặc kích thước của trở kháng có thể thay đổi nếu cảm biến có phần tử chuyển động hoặc phần tử biến dạng.

+Trường hợp khi có phần tử động thì mỗi vị trí của phần tử sẽ tương ứng với một giá trị trở kháng, đo trở kháng sẽ xác định được vị trí đối tượng. Đây là nguyên lí nhiều cảm biến như cảm biến vị trí, cảm biến dịch chuyển.

+Trường hợp cảm biến có phần tử biến dạng, thì sự biến dạng gây nên bởi lực hoặc các đại lượng dẫn đến lực (áp suất, gia tốc) tác dụng trực tiếp hoặc gián tiếp lên cảm biến làm thay đổi trở kháng. Sự thay đổi trở kháng liên quan đến lực tác động lên cấu trúc, nghĩa là tác động của đại lượng cần đo được biến đổi thành tín hiệu điện (hiệu ứng áp trở).

Trở kháng của cảm biến thụ động và sự thay đổi của trở kháng dưới tác dụng của đại lượng cần đo chỉ có thể xác định được khi cảm biến là một thành phần của mạch điện. Trong thực tế tùy từng trường hợp cụ thể mà người ta chọn mạch đo thích hợp với cảm biến. Hình minh họa dưới đây biểu diễn một mạch điện đo điện thế trên bề mặt màng nhạy quang được lắp ráp từ nhiều phần tử.



Hình minh họa: *Mạch đo điện thế bề mặt*
1.Máy phát chức năng; 2. Cảm biến điện tích
3.Tiền khuếch đại; 4. So pha lọc nhiễu
5.Khuếch đại; 6. Chuyển đổi tương tự số
7. Máy tính

Bảng 1: Một số loại cảm biến thông dụng

Đại lượng đầu vào	Phương pháp thay đổi từ dẫn
-Cảm biến chuyển dịch cơ học- Lực , hoặc áp suất.-Nhiệt độ.-Cường độ từ trường.	-Thay đổi khe hở không khí-Dùng một trong hai phương pháp sau:+ Hiệu ứng đàn hồi từ (từ dẫn thay đổi dưới tác dụng của lực hoặc áp lực).+ Độ võng của màng dẻo và chuyển dịch của phần ứng liên kết với chúng thay đổi khe hở không khí.-Thay đổi độ từ thẩm m .-Thay đổi độ từ thẩm m (cuộn kháng bão hòa).

Bảng 7-2: Đặc điểm một số loại cảm biến

Đại lượng cần đo	Đặc trưng nhạy cảm	Loại vật liệu sử dụng
Nhiệt độ	(điện trở suất)	Kim loại:Pt,Ni,CuBán dẫn
Bức xạ ánh sáng		Bán dẫn
Biến dạng	Từ thẩm ( )	Hợp kim Ni,Si pha tạpHợp kim sắt từ
Vị trí (nam châm)		Vật liệu từ trở Bi,InSb
Độ ẩm	(hằng số điện môi)	LiClAl2O3,Polime
Mức		Chất lưu cách điện

Ta chỉ khảo sát ở đây một số loại có nguyên lí làm việc gần với lãnh vực thiết bị điện, các cảm biến còn lại tham khảo các tài liệu khác.

CẢM BIẾN ĐIỆN TRỞ

Khái niệm

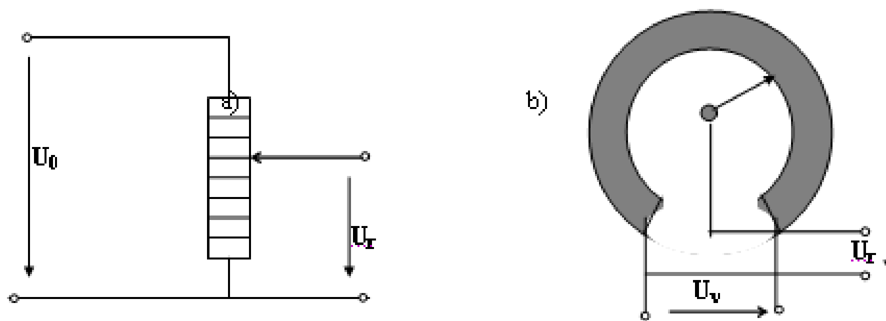
Cảm biến điện trở có đại lượng đầu vào là các đại lượng cơ: chuyển dịch cơ học thẳng hoặc chuyển dịch góc quay (hình minh họa), áp lực, độ biến dạng,...

Còn đại lượng đầu ra là điện trở hoặc sự thay đổi điện trở của cảm biến. Theo kết cấu cảm biến điện trở có các loại:

- Cảm biến điện trở dây quấn.

- Cảm biến điện trở tiếp xúc.

- Cảm biến điện trở biến dạng (tenzô).



Hình minh họa: *Cảm biến điện trở*

Cảm biến điện trở dây quấn

Nguyên lí loại này hoàn toàn giống một biến trở trong phòng thí nghiệm. Nếu cơ cấu đo (phần tử chuyển dịch) được liên hệ về cơ với tiếp điểm động (con trượt biến trở), thì sự chuyển dịch của tiếp điểm động sẽ phụ thuộc chuyển dịch của cơ cấu đo (lượng vào) dẫn đến điện trở đầu ra của cảm biến (lượng ra) thay đổi tương ứng. Tiếp điểm động có thể chuyển động thẳng hoặc quay (hình minh họa).

Cấu tạo: Các bộ phận chính của cảm biến gồm:

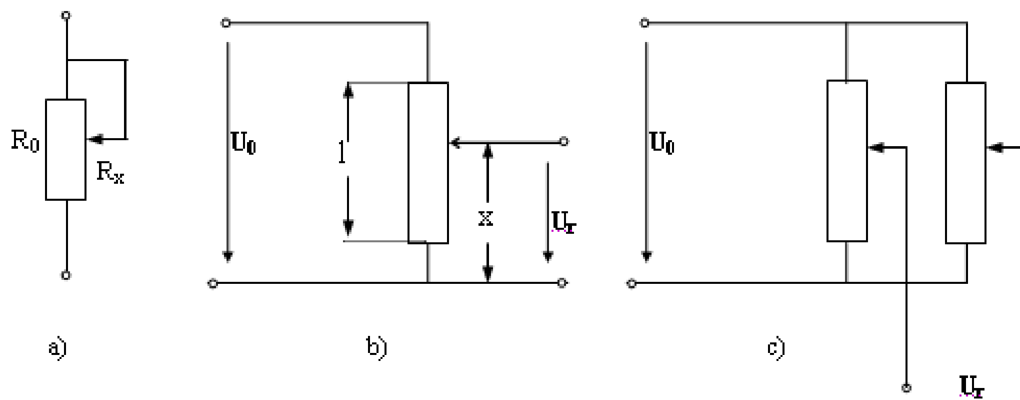
+ Khung của cảm biến thường bằng vật liệu cách điện, chịu nhiệt như ghetinắc, técxtôlít, sứ hoặc kim loại có phủ lớp cách điện, cách nhiệt bên ngoài. Tiết diện ngang của khung có thể không đổi (cảm biến tuyến tính) hoặc thay đổi (cảm biến phi tuyến).

+ Dây điện trở : làm bằng kim loại ít bị ôxy hóa có điện trở ít thay đổi theo thời gian và theo nhiệt độ như côngstăngtan, vonfram, maganin,... Bên ngoài dây được phủ một lớp sơn cách điện hoặc lớp oxit và một lớp sơn để gắn chặt dây quấn với khung. Độ lớn của dây quấn phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu của cảm biến. Đối với cảm biến có độ chính xác cao, dây có đường kính từ 0,03mm đến 0,1 mm, loại có độ chính xác thấp thì đường kính dây từ 0,1mm đến 0,4 mm.

+ Tiếp điểm: được làm bằng kim loại có tính dẫn điện tốt, chịu mài mòn và có điện trở tiếp xúc nhỏ, bề rộng tiếp xúc trên cuộn dây bằng 2 đến 3 lần đường kính dây. Dải này được tạo ra bằng cách dùng giấy nhám mỏng đánh bóng trên cuộn dây. Lực ép lên tiếp điểm bằng 0,5g đến 15 g.

Cảm biến tuyến tính

Thường được nối một cách đơn giản bằng ba cách như hình minh họa



Hình minh họa *Cảm biến điện trở tuyến tính*

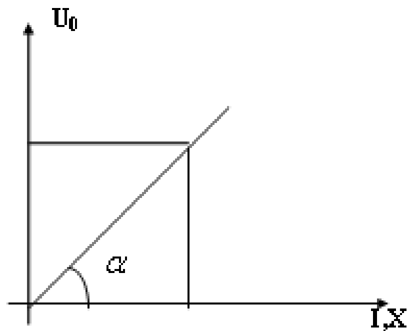
Ở chế độ không tải hoặc khi điện trở vào của mạch lớn hơn nhiều so với điện trở của cảm biến R0 thì điện áp ra UR0 phụ thuộc vào chuyển dịch x hoặc góc j theo phương trình sau mà không phụ thuộc vào trị số điện trở R0:

- Cảm biến thẳng: UR0 = $\frac{U_0}{R_0}.r = \frac{U_0}{l}.x = s.x$

- Cảm biến quay : UR0 = $\frac{U_0}{R_0}.r = s.\phi$

Trong đó: s = $\frac{U_0}{l}$ gọi là độ nhạy của cảm biến, trên đặc tính góc hình 7-5, góc α có : tg α = s = $\frac{U_0}{l}$.

Chú ý: nếu nối cảm biến theo sơ đồ a) và b) hình minh họa trên thì cực tính điện áp ra của cảm biến không thay đổi, nếu nối theo sơ đồ c) có thể thay đổi được điện áp ra lớn nhất giảm còn U0/2 nhưng ở cực tính điện áp ra vẫn bằng U0, có nghĩa là độ nhạy cảm biến tăng lên hai lần. Tuy nhiên cấu tạo cảm biến theo sơ đồ này sẽ phức tạp hơn. Ngoài các loại như hình minh họa a,b,c còn dùng sơ đồ kiểu cảm biến kép góc quay.



***Hình minh họa**:*
Đặc tính cảm biến tuyến tính

Thông thường để tăng độ nhạy của cảm biến người ta nâng cao điện áp làm việc U0.

Việc này dẫn đến tăng công suất tiêu tán của cảm biến. Độ nhạy cực đại phụ thuộc vào công suất cho phép lớn nhất Pmax của điện trở cảm biến R0 được xác định theo công thức sau:

$$S_{\max} = \frac{\sqrt{P_{\max}.R_0}}{x_{\max}}$$

Trong đó: xmax là độ dịch chuyển lớn nhất của tiếp điểm động.

Độ nhạy của cảm biến điện trở đạt từ 3 đến 5 [V/mm].

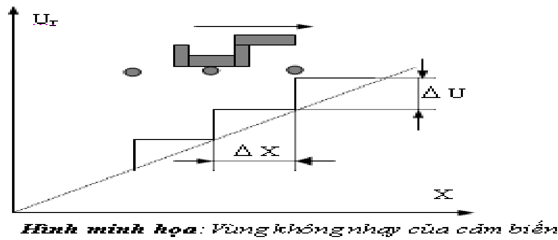
Một số nguyên nhân sai số của cảm biến khi làm việc

+ Vùng không nhạy : do cảm biến gồm nhiều vòng dây quấn liên tiếp trên khung nên trong quá trình làm việc tiếp điểm động dịch chuyển từ vùng này sang vùng khác điện áp sẽ thay đổi nhảy cấp với giá trị DU (là điện áp rơi trên một vòng dây).

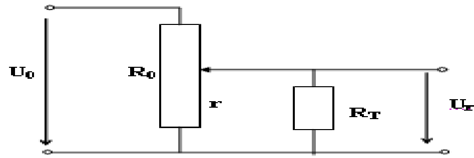
DU = $\frac{U_0}{W}$

Với W là số vòng dây của cảm biến.

Khi tiếp điểm chưa chuyển dịch đến vùng khác thì điện áp ra không đổi do đó đặc tính UR0 thực chất là đường bậc thang như hình minh họa.

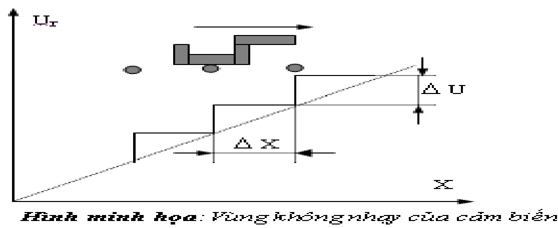


Hình minh họa: Vùng không nhạy của cảm biến

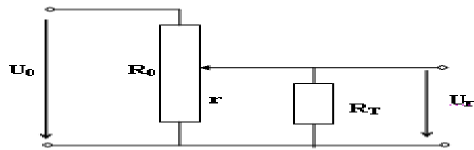


Hình minh họa Cảm biến đơn tải

+ Sai số do tải: khi đặt tải Rt và điện áp vào Ro là U0 thì đặc tính UR = f (x) sẽ thay đổi hình dạng không còn là đường thẳng nữa. Xét cảm biến đơn tải như hình minh họa.



Hình minh họa: Vùng không nhạy của cảm biến



Hình minh họa Cảm biến đơn tải

Sau khi biến đổi ta có:

$$U_r = I\frac{r.R_t}{r+R_t}$$

$$I = \frac{U_0}{(R_0+r)+\frac{r.R_t}{r+R_t}}.$$

Từ đó ta có :

Ur = I.r = $\frac{U_0.r}{R_0+\frac{r.R_0}{R_t}-\frac{r^2}{R_t}}$ (7.1)

-Nếu Rt >> R0 thì $\frac{R_0}{R_t} \approx 0$ và $\frac{r^2}{R_t} \approx 0$ ta có:

Ur = $U_0.\frac{r}{R_0} = U_0$.

Rt hầu như không ảnh hưởng đến điện áp ra và đặc tính gần dạng không tải.

-Nếu Rt » R0 thì sai số gây ra sẽ là:

$\Delta U = \frac{U_0.r^2(R_0-r)}{R_0{}^2R_t+R_0^2.r-R_0.r^2}$.

Và ta có sai số tương đối lớn nhất:

amax = $\frac{\Delta U}{U_0}$ tại r = $\frac{2}{3}R_0$ ứng với x = $\frac{2}{3}l$

và amax = $\frac{4}{27\eta}$ với $\eta = \frac{R_t}{R_0}$ là hệ số tải. Ta thấy hệ số tải càng lớn h càng lớn thì sai số a càng nhỏ.

Ngoài ra sai số của cảm biến còn do sự thay đổi của nhiệt độ, ma sát do điện áp rơi trên tiếp xúc gây ra.

Cảm biến phi tuyến

Trong kĩ thuật ngoài cảm biến điện trở tuyến tính còn cần cả những cảm biến điện trở phi tuyến là loại có đặc tính quan hệ Ur = f(x) dạng phi tuyến. Để tạo ra loại cảm biến có quan hệ Ur = f(x) theo yêu cầu cho trước có thể thực hiện theo các phương pháp sau:

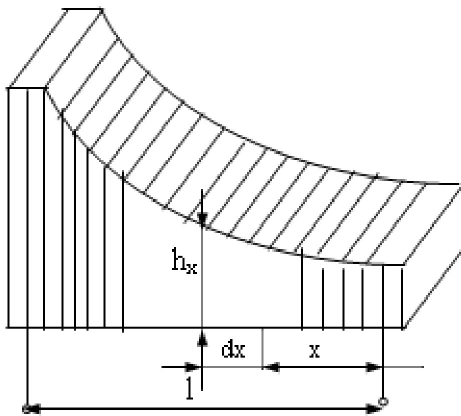
a) Thay đổi đường kính dây quấn.

b) Thay đổi bước dây quấn.

c) Thay đổi tiết diện ngang của khung dây.

d) Mắc điện trở sun vào từng phân đoạn của cảm biến tuyến tính có trị số khác nhau.

Thực tế phương pháp a và b rất khó thực hiện do công nghệ chế tạo, chỉ có hai phương pháp sau thường được sử dụng. Phương pháp thay đổi tiết diện ngang của khung dây thường để đơn giản cho chế tạo. Người ta sử dụng dây quấn tiết diện không đổi và bề mặt khung như nhau suốt chiều dài khung (như hình minh họa).



Hình minh họa *Cảm biến điện trở phi tuyến*

Trong đó có:

hx là chiều cao khung tại vị trí x.

l:chiều dài làm việc của cảm biến .

W: số vòng dây.

R0 là điện trở toàn bộ của cảm biến.

S là tiết diện dây quấn.

rx là điện trở ứng với vị trí x.

Nếu tiếp điểm động dịch chuyển từ vị trí x đi một đoạn dx thì điện trở ứng với độ dịch chuyển đó là:

drx = $\frac{\rho..2(b+h_x).\frac{W}{l}.\text{dx}}{s}$

Hình 7-9: Mạch đo mức chất lỏng dùng cảm biến Vì b<< hx và coi như b+hx »hx nên có:

drx $\frac{\rho..2.h_x.W}{l.s}$.

Ứng dụng cảm biến điện trở trong bể đo mức chất lỏng hình 7-9.

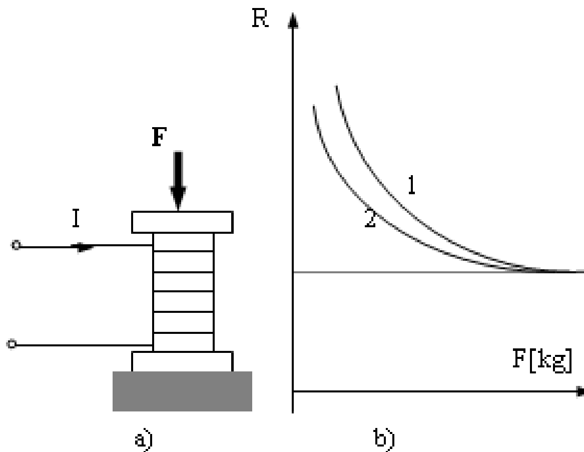
Trong đó:

1. Bể chất lỏng.
2. Phao nối với bộ phận cơ khí.
3. Tiếp điểm động.
4. Cảm biến. 5- Lô gô mét.

Cảm biến điện trở tiếp xúc (biến trở than)

Dựa trên nguyên lí sự thay đổi điện trở tiếp xúc giữa các hạt than khi lực ép lên (áp lực) trên chúng thay đổi.

Cấu tạo: gồm các hạt than được kết dính theo một phương pháp nhất định thành các đĩa đường kính từ 5 đến 30 mm dày 1mm đến 2mm. Mỗi cảm biến gồm 10 đến 15 đĩa than xếp chồng nên nhau và có điện trở khoảng vài chục Ôm. Để tăng độ ổn định khi làm việc cảm biến được đặt dưới áp suất ban đầu (khi không tải) khoảng 20kg/cm2, áp suất lớn nhất khi làm việc (có tải) đến (50   60) kg/cm2 thì điện trở cảm biến giảm (20   30)%. Đại lượng vào là lực F ra là Rk đặc tính vào ra như hình minh họa.



Hình minh họa Cảm biến điện trở tiếp xúc và đặc tính

quan hệ Rk = f(F) mô tả theo công thức : $R_k = \frac{K}{F^m} + R_{k_0}$, với:

K:hãû säú phuû thuäüc váût liãûu âéa than

m:hãû säú phuû thuäüc daûng tiãúp xuïc

R_{k0}:âiãûn tråí tåïi haûn våïi aïp læûc eïp tåïi haûn.

Nếu cảm biến gồm

{{

n đĩa thì:

$$R_k = (n-1)\,\frac{K}{F^m} + R_{k_0}$$

Quan hệ Rk = f(F) là phi tuyến khi F tăng đến một giá trị nào đó thì Rk không giảm nữa và có tính chất trễ như đặc tính hình 7-10 là do tính chất không đàn hồi của vật liệu tạo nên. Đây là một nguyên nhân gây ra sai số, ngoài ra khi nhiệt độ tăng thì điện trở cảm biến giảm (tăng do môi trường hoặc do tổn hao trong cảm biến).

Ưu điểm : đơn giản, chất tạo từ vật liệu rẻ tiền, công suất tương đối lớn tới hàng trăm W và dòng qua đến vài A, không cần cơ cấu khuếch

đại. Thường dùng đo áp lực và trong các bộ phận tự động điều chỉnh điện áp máy phát một chiều và xoay chiều.

Ví dụ: cảm biến trong tự động điều chỉnh điện áp máy phát một chiều hình 7-11 gồm:

Hình 7-11: Tự động điều chỉnh điện áp máy điện một chiều1-nam châm điện một chiều có cuộn dây nối song song với điện áp máy phát, lực hút nam châm sẽ thay đổi tùy điện áp ra.

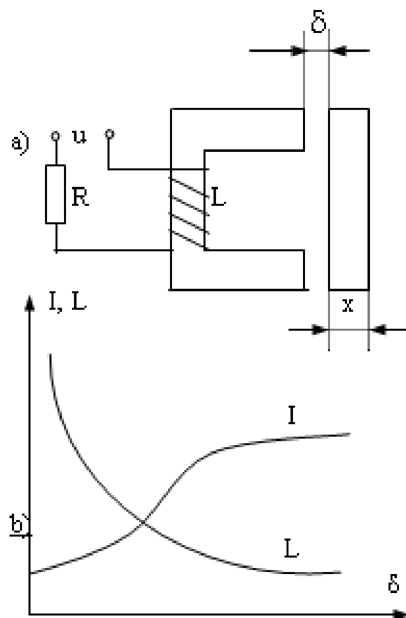
2- lò xo cân bằng với lực nam châm 1, tạo ra lực ép lên đĩa than nhờ tay đòn 3, bộ phận thừa hành là cảm biến 4 nối với mạch kích từ máy phát.

Cảm biến kiểu biến dạng (tenzô)

Ta biết rằng khi có lực tác dụng vào vật dẫn thì kích thước và cấu trúc của chúng sẽ thay đổi làm điện trở thay đổi. Lợi dụng tính chất này người ta chế tạo cảm biến biến dạng dùng để đo và kiểm tra các lực biến dạng cơ của các chi tiết máy, có loại kiểu dây quấn, kiểu bán dẫn.

CẢM BIẾN ĐIỆN CẢM

Cảm biến có điện cảm thay đổi



Hình minh họa:
***a)** Sơ đồ; b)Đặc tính cảm biến có khe hở làm việc thay đổi*

Hình minh họa là loại cảm biến điện cảm đơn giản nếu bỏ qua từ trở lõi thép, từ thông rò và từ thông tản khe hở không khí làm việc thì ta có điện cảm.

$$L = W^2 G_\delta = W^2 \mu_0 \frac{S}{\delta} [H]$$

Våïi: Wlaì säú voìng dáy cuäün dáy

μ_0:= 1,25.10^{-6}[H/m]laìâäü tæì tháøm cuía khäng khê.

S : tiãút diãûn ngang maûch tæì$[m^2]$.

δ: chiãöu daìi khe håí laìm viãûc$[m]$.

Ta coï:

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_T+R)^2+(\omega L)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R_{0^2}+(2\pi f W^2 G_\delta)^2}}$$

RT: điện trở tải, R: điện trở cuộn dây. Điện cảm L sẽ thay đổi nếu ta làm thay đổi khe hở , diện tích S hoặc độ từ thẩm , dẫn đến dòng điện i biến thiên tương ứng. Ứng dụng hiện tượng này người ta chế tạo các loại cảm biến điện cảm khác nhau.

Cảm biến có phần ứng chuyển dịch ngang như hình 7-13. Độ nhạy của cảm biến khi khe hở thay đổi :

$$K_\delta = -\frac{\Delta L}{\Delta \delta} = \frac{L_0}{\delta_0 (1 + \frac{\Delta\delta}{\delta_0})^2}$$

Diện tích khe hở thay đổi là: $K_\delta = -\frac{\Delta L}{\Delta S} = \frac{L_0}{S_0}$

L0 : giá trị điện cảm ban đầu của cảm biến ở = 0; S = S0.

và S : độ thay đổi khe hở và diện tích.

Độ nhạy K là hàm phi tuyến với trong đó các trường hợp làm việc có độ phi tuyến nhỏ có thể chọn $\frac{\Delta\delta}{\delta_0} = 0{,}2$.

Sai số của cảm biến

Sai số của cảm biến chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như :

+ Độ ổn định của biên độ và tần số nguồn cung cấp

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ đến điện trở dây quấn và kích thước khe hở làm việc.

Nhược điểm

Cảm biến điện cảm có các nhược điểm sau:

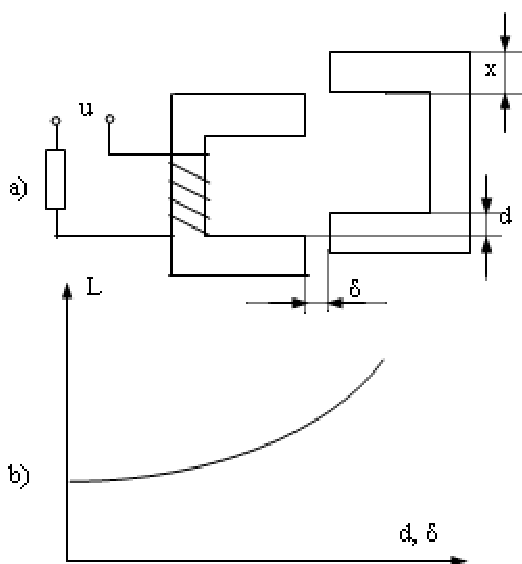
a) Xuất hiện lực hút điện từ tác dụng lên phần ứng, tạo ra phụ tải cơ trên phần tử cần đo lường, kiểm tra nên dẫn đến giảm độ chính xác khi cảm biến làm việc.

b) Dòng trong mạch luôn khác không, giá trị nhỏ nhất của nó ứng với vị trí khe hở   bé nhất (diện tích S lớn nhất) và bằng dòng từ hóa i0. Điều này không thuận tiện trong quá trình đo lường và làm việc.

c) Vì cảm biến có khe hở   lớn, để giảm kích thước và giá thành thì dùng nguồn cung cấu có tần số cao (100   3000) Hz và lớn hơn.

Ứng dụng cảm biến điện cảm như trong thiết bị tự động đo áp suất bình hơi từ xa,...

Ngoài ra còn cảm biến kiểu biến điện áp, biến áp vi sai và cảm biến đàn hồi từ.



***Hình minh họa**: a) Cảm biến phản ứng chuyển dịch ngang; b) đặc tính*

CẢM BIẾN CẢM ỨNG - CẢM BIẾN ĐIỆN DUNG - CẢM BIẾN ĐIỂM

Nguyên lí cảm biến cảm ứng

Làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Nếu từ thông móc vòng qua cuộn dây thay đổi thì sẽ xuất hiện một sức điện động cảm ứng trên cuộn dây. Loại này được chế tạo làm hai loại, cuộn dây chuyển động trong từ trường và cuộn dây đứng yên trong từ trường biến thiên.

Ứng dụng : làm cảm biến đo tốc độ.

Cảm biến điện dung

Nguyên lí : sự thay đổi thông số cần đo dẫn đến thay đổi thông số của điện dung tụ điện (khoảng cách hay bề mặt diện tích đặt lực thay đổi).

Cảm biến điểm

Là loại đơn giản nhất, đại lượng vào là độ chuyển dời, còn đại lượng ra là trạng thái đóng hay mở (độ dẫn điện của hệ thống tiếp điểm).

Với một khoảng chuyển dời quy định nào đó tiếp điểm của nó sẽ đóng hay mở làm xuất hiện tín hiệu ra cho ta biết độ dịch chuyển (độ dời lớn hay nhỏ so với quy định).

Dùng trong kiểm tra kích thước và phân loại chi tiết theo kích thước.

CẢM BIẾN QUANG

Tế bào quang dẫn

Các tế bào quang dẫn là một trong những cảm biến quang có độ nhạy cao. Cơ sở vật lí của tế bào quang dẫn là hiện tượng quang dẫn do kết quả của hiệu ứng quang điện nội (hiện tượng giải phóng hạt tải điện trong vật liệu dưới tác dụng của ánh sáng làm tăng độ dẫn điện của vật liệu).

a) Vật liệu để chế tạo cảm biến

Cảm biến quang thường được chế tạo bằng các chất bán dẫn đa tinh thể đồng nhất hoặc đơn tinh thể, bán dẫn riêng hoặc bán dẫn pha tạp, ví dụ như:

+Đa tinh thể :CdS, CdSe, CdTe, PbS, PbSe, PbTe.

+Đơn tinh thể:Ge, Si tinh khiết hoặc pha tạp Au, Cu, Sb, In, SbIn, AsIn, PIn, CdHgTe.

Vùng phổ làm việc của các vật liệu này khác nhau.

b) Các đặc trưng

+ Điện trở: giá trị điện trở tối Rc0 phụ thuộc vào dạng hình học, kích thước, nhiệt độ và bản chất lí hóa của vật liệu quang dẫn. Điện trở Rc của cảm biến khi bị chiếu sáng giảm rất nhanh khi độ rọi tăng lên. Sự phụ thuộc của điện trở vào thông lượng ánh sáng không tuyến tính, tuy nhiên có thể tuyến tính hóa bằng cách sử dụng một điện trở mắc song song với tế bào quang dẫn.

+Độ nhạy: độ dẫn của tế bào quang dẫn là tổng của độ dẫn trong tối và độ dẫn khi chiếu sáng. Độ nhạy phổ là hàm của nhiệt độ nguồn sáng: khi nhiệt độ tăng thì độ nhạy phổ tăng lên.

1. Ứng dụng của tế bào quang dẫn

Tế bào quang dẫn được ứng dụng nhiều bởi chúng có tỉ lệ chuyển đổi tĩnh và độ nhạy cao cho phép đơn giản hóa trong việc ứng dụng (ví dụ điều khiển các rơle hình 7-14). Nhược điểm chính của tế bào quang dẫn là:

+Hồi đáp phụ thuộc một cách không tuyến tính vào thông lượng.

+Thời gian hồi đáp lớn.

+Các đặc trưng không ổn định (già hóa).

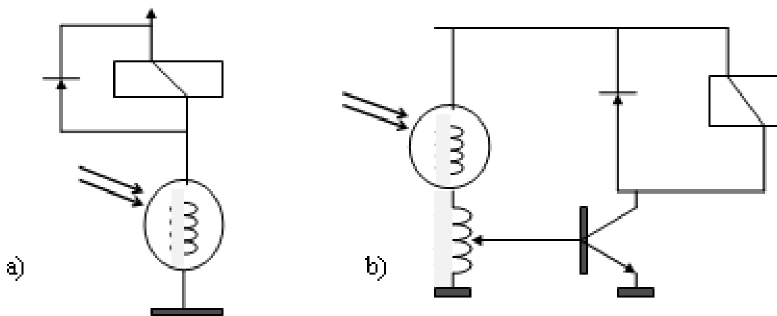
+Độ nhạy phụ thuộc vào nhiệt độ.

+Một số loại đòi hỏi phải làm nguội.

Người ta không dùng tế bào quang dẫn để xác định chính xác thông lượng. Thông thường chúng được sử dụng để phân biệt mức sáng khác nhau (trạng thái tối- sáng hoặc xung ánh sáng). Thực tế thì tế bào quang dẫn thường ứng dụng trong hai trường hợp:

+Để điều khiển rơle thì khi có thông lượng ánh sáng chiếu lên tế bào quang dẫn, điện trở của nó giảm đáng kể đủ để cho dòng điện I chạy qua tế bào. Dòng điện này được sử dụng trực tiếp hoặc thông qua khuếch đại để đóng mở rơle.

+Thu tín hiệu quang dùng để biến đổi xung quang thành xung điện. Sự ngắt quãng của xung ánh sáng chiếu lên tế bào quang dẫn sẽ được phản ánh trung thực qua xung điện của mạch đo, ứng dẫn để đo tốc độ quay của đĩa hoặc đếm vật.



Hình minh họa: *Dùng tề bào quang điện điều khiển role*
a) Điều khiển trực tiếp; b) Điều khiển qua tranzito khuếch đại

Cáp quang

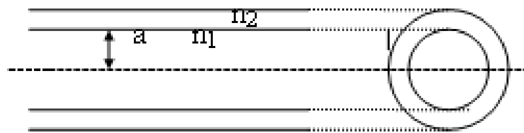
a) Cấu tạo và các tính chất chung

Hình 7-15 biểu diễn dạng đơn giản của cáp quang. Nó gồm một lõi với chiết suất n1 bán kính a (10 đến 100 m) và một vỏ có chiết suất n2 < n1 dày khoảng 50 m. Vật liệu để chế tạo cáp quang bao gồm:

+SiO2 tinh khiết hoặc pha tạp nhẹ.

+Thủy tinh, thành phần của SiO2 và phụ gia Na2O3, B2O3, PbO,..

+Polime(trong một số trường hợp).



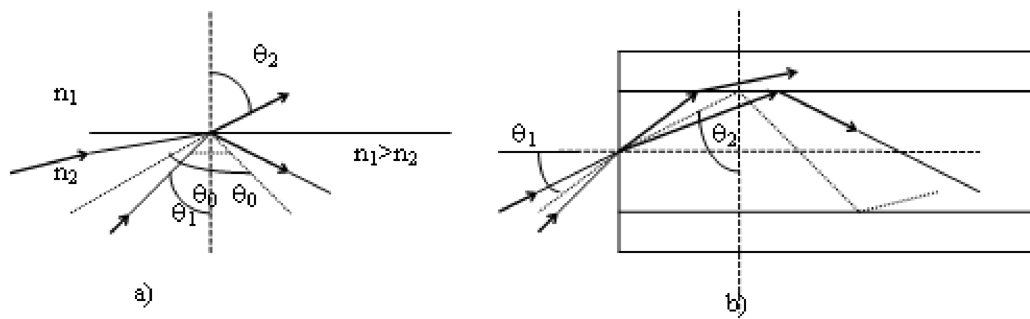
Hình minh họa: *Môi trường có chiết suất khác nhau*

Ở mặt phân cách giữa hai môi trường có chiết suất tương ứng bằng n1 và n2 các góc 1 và 2 do tia sáng tạo thành với đường trực giác của mặt phẳng (hình 7-16) liên hệ với nhau bởi biểu thức Descates n1sin 1= n2 sin 2.

Khi n1> n2 sẽ xảy ra phản xạ toàn phần nếu:

1> Arcsin(n2/n1) = 0

Với điều kiện như vậy, trong cáp quang tia sáng sẽ bị giam giữ trong lõi và được truyền đi bằng phản xạ liên tục nối tiếp nhau (hình 7-16b). Ví dụ nếu n1=1,15 và n2= 1,50 sẽ có góc giới hạn 0=83030’.



Hình minh họa: *a) khúc xạ trên mặt phân cách giữa hai môi trường; b) phản xạ toàn phần trong cáp quang*

b)Ứng dụng của cáp quang

+Trong truyền tin: đây là ứng dụng quan trọng nhất, truyền thông tin dưới dạng tín hiệu ánh sáng lan truyền trong cáp quang là để tránh các tín hiệu điện từ kí sinh hoặc để đảm bảo cách điện giữa mạch điện nguồn và máy thu. Trong ứng dụng này thông tin được truyền đi chủ yếu bằng cách mã hóa các xung ánh sáng. Đôi khi người ta có thể truyền thông tin đi bằng cách biến điệu biên độ hoặc tần số của ánh sáng. Khi thiết lập một đường dây truyền tin bằng cáp quang, phải đánh giá công suất của tín hiệu thu được cũng như sự tiêu hao năng lượng do cáp quang và các mối nối gây ra.

+Quan sát và đo bằng phương tiện quang học: cáp quang cho phép quan sát hoặc đo đạc bằng các phương pháp quang ở những chỗ khó tiếp cận hoặc trong các môi trường độc hại. Sử dụng cáp quang có thể dẫn ánh sáng tới được những vị trí mà trong điều kiện bình thường ánh sáng không thể chiếu tới được.

Công tắc tơ
Phần này trình bày khái quát và công dụng của công tắc tơ

Khái quát và công dụng

Công tắc tơ là một loại thiết bị điện dùng để đóng cắt từ xa, tự động hoặc bằng nút ấn các mạch điện lực có phụ tải điện áp đến 500V, dòng điện đến 600A.

Công tắc tơ có hai vị trí là đóng và cắt. Tần số đóng có thể tới 1500 lần một giờ.

Phân loại

Công tắc tơ hạ áp thường là kiểu không khí được phân ra các loại sau:

a) Phân theo nguyên lí truyền động

+ Công tắc tơ điện từ (truyền động bằng lực hút điện từ, loại này thường gặp).

+ Công tắc tơ kiểu hơi ép.

+ Công tắc tơ kiểu thủy lực.

b) Phân theo dạng dòng điện

+ Công tắc tơ một chiều

+ Công tắc tơ xoay chiều

c) Phân theo kiểu kết cấu

+ Công tắc tơ hạn chế chiều cao (dùng ở gầm xe,...)

+ Công tắc tơ hạn chế chiều rộng (như lắp ở buồng tàu điện,...)

Các bộ phận chính của công tắc tơ

Công tắc tơ điện từ có các bộ phận chính như sau:

+ Hệ thống tiếp điểm chính.

+ Hệ thống dập hồ quang.

+ Cơ cấu điện từ.

+ Hệ thống tiếp điểm phụ.

Các yêu cầu cơ bản của tắc công tơ

1. Điện áp định mức Uđm

Là điện áp của mạch điện tương ứng mà tiếp điểm chính phải đóng/cắt, có các cấp: + 110V, 220V, 440V một chiều và 127V, 220V, 380V, 500V xoay chiều.

Cuộn hút có thể làm việc bình thường ở điện áp trong giới hạn từ 85% đến 105%Uđm.

b) Dòng điện định mức Iđm

Là dòng điện đi qua tiếp điểm chính trong chế độ làm việc gián đoạn - lâu dài, nghĩa là ở chế độ này thời gian công tắc tơ ở trạng thái đóng không lâu quá 8 giờ.

Công tắc tơ hạ áp có các cấp dòng thông dụng: 10, 20, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 250, 300, 600A). Nếu đặt công tắc tơ trong tủ điện thì dòng điện định mức phải lấy thấp hơn 10% vì làm mát kém, khi làm việc dài hạn thì chọn dòng điện định mức nhỏ hơn nữa.

1. Khả năng cắt và khả năng đóng

Là dòng điện cho phép đi qua tiếp điểm chính khi cắt và khi đóng mạch.

Ví dụ: công tắc tơ xoay chiều dùng để điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha lồng sóc cần có khả năng đóng yêu cầu dòng điện bằng (3 ¸ 7)Iđm . Khả năng cắt với công tắc tơ xoay chiều phải đạt bội số khoảng 10 lần dòng điện định mức khi tải cảm.

1. Tuổi thọ công tắc tơ

Tính bằng số lần đóng mở (sau số lần đóng mở ấy công tắc tơ sẽ không dùng được tiếp tục nữa, hư hỏng có thể do mất độ bền cơ khí hoặc bền điện).

+ Độ bền cơ khí: xác định bởi số lần đóng cắt không tải, tuổi thọ cơ khí từ 10 đến 20 triệu lần.

+ Độ bền điện: xác định bởi số lần đóng cắt có tải định mức, công tắc tơ hiện nay đạt khoảng 3 triệu lần.

1. Tần số thao tác

Số lần đóng cắt trong thời gian một giờ bị hạn chế bởi sự phát nóng của tiếp điểm chính do hồ quang. Có các cấp: 30, 100, 120, 150, 300, 600, 1.200 đến 1.500 lần trên một giờ, tùy chế độ công tác của máy sản xuất mà chọn công tắc tơ có tần số thao tác khác nhau.

h) Tính ổn định lực điện động

Cho phép dòng lớn nhất qua tiếp điểm chính mà lực điện động gây ra không làm tách rời tiếp điểm. Quy định dòng thử lực điện động gấp 10 lần dòng định mức.

g) Tính ổn định nhiệt

Công tắc tơ có tính ổn định nhiệt tức là khi có dòng ngắn mạch chạy qua trong khoảng thời gian cho phép thì các tiếp điểm không bị nóng chảy hoặc bị hàn dính.

Hệ thống tiếp điểm

Yêu cầu của hệ thống tiếp điểm là phải chịu được độ mài mòn về điện và cơ trong các chế độ làm việc nặng nề, có tần số thao tác đóng cắt lớn, do vậy điện trở tiếp xúc của tiếp điểm công tắc tơ Rtx thường là tiếp xúc đường (tiếp điểm hình ngón hoặc kiểu bắc cầu).

Nguyên lí làm việc của hệ thống dập hồ quang

Theo lí thuyết có các nguyên tắc cơ bản đã được nêu trong chương 1.

Ta xét ở đây một vài kết cấu dập hồ quang đang phổ biến:

a) Thiết bị dập hồ quang trong công tắc tơ một chiều

Trong công tắc tơ một chiều thường dùng phương pháp dập hồ quang bằng từ trường ngoài. Hệ thống này được chia ra làm ba loại :

+Hệ thống có cuộn dây dập hồ quang nối nối tiếp (thường được sử dụng do có nhiều ưu điểm như: chiều thổi từ không đổi vì khi dòng điện thay đổi chiều thì chiều từ trường cũng thay đổi theo. Ngoài ra có sụt áp trên cuộn dây dập hồ quang nhỏ).

+Hệ thống có cuộn dây dập hồ quang nối song song (loại này ít được dùng do nhiều nhược điểm như: chiều lực tác dụng vào hồ quang phụ thuộc chiều dòng tải, cách điện cuộn dập lớn do đấu song song với nguồn, khi sự cố ngắn mạch gây sụt áp thì hiệu quả dập giảm nhiều).

+Hệ thống dùng nam châm điện vĩnh cửu (về bản chất gần giống cuộn dây mắc song song nhưng có những ưu điểm sau: không tiêu hao năng lượng để tạo từ trường, giảm được tổn hao cho công tắc tơ, không gây phát nóng cho công tắc tơ, vì vậy khi dòng điện bé loại này được sử dụng rộng rãi).

Hình 8-1 là kết cấu thiết bị dập hồ quang điện một chiều trong công tắc tơ.

b) Thiết bị dập hồ quang trong công tắc tơ xoay chiều

Các công tắc tơ xoay chiều thông dụng dùng trong công nghiệp thường bố trí chế tạo có hai điểm ngắt trên một pha (dùng tiếp điểm kiểu bắc cầu).

Để nâng cao độ tin cậy làm việc của bộ phận dập hồ quang và để bảo vệ tiếp điểm thường bố trí bổ xung các các biện pháp như:

Hình 8-1: Kết cấu thiết bị dập hồ quang một chiều:1.Các tiếp điểm;2.Sừng dập hồ quang;3.cuộn dây dập hồ quang;4.Mạch từ dập;5.Má hộp;6.Khe hở hộp;7.Phiến của lưới dập.+Dập hồ quang bằng cuộn dây thổi từ nối tiếp kèm hộp dập hồ quang có khe hẹp.

+ Chia hồ quang ra làm nhiều hồ quang ngắn, hồ quang bị thổi vào hộp cấu trúc bằng nhiều tấm thép ghép song song.

Nguyên lí làm việc của công tắc tơ kiểu điện từ

Hình 8-2 là kiểu nguyên lí chung của công tắc tơ kiểu điện từ.

Hình 8-2: Các sơ đồ truyền động của công tắc tơ điện xoay chiều Trên hình 8-2 ta thấy cơ cấu điện từ của công tắc tơ gồm các bộ phận cơ bản:

+ Mạch từ: là các lõi thép có dạng chữ E hoặc chữ U được ghép bằng các lá tôn silíc có chiều dày 0,35mm hoặc 0,5mm để giảm tổn hao sắt từ do dòng điện xoáy. Mạch từ thường chia làm hai phần, một phần được kẹp chặt cố định (phần tĩnh), phần còn lại là nắp (gọi là phần ứng hay phần động) được nối với hệ thống tiếp điểm qua hệ thống tay đòn.

+ Cuộn dây hút : cuộn dây có điện trở rất bé so với điện kháng. Dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào khe hở không khí giữa nắp và lõi thép cố định. Kết quả là không được phép cho điện áp vào cuộn dây khi nếu vì lí do nào đấy mà nắp bị giữ ở vị trí mở (dòng lúc đó sẽ rất lớn do tổng trở vào công tắc tơ nhỏ).

+ Các cuộn dây của phần lớn các công tắc tơ được tính toán sao cho phép đóng ngắt với tần số 600 lần trong một giờ, ứng với hệ số thông điện ĐL = 40%.

+ Cuộn dây của công tắc tơ xoay chiều cũng có thể được cung cấp từ lưới điện một chiều. Cuộn dây có thể làm việc tin cậy (hút phần ứng), khi điện áp cung cấp cho nó nằm trong phạm vi (85 ¸ 110)% Uđm. Nếu ta gọi tỉ số giữa trị số điện áp nhả và điện áp hút của cuộn dây là hệ số trở về, thì hệ số này có thể đạt tới (0,6 ¸ 0,7). Điều đó có nghĩa là khi điện áp cuộn dây sụt xuống còn (0,6 ¸ 0,7) trị số điện áp hút thì nắp sẽ bị nhả và ngắt mạch điện.

+ Cơ cấu truyền động: phải có kết cấu sao cho giảm được thời gian thao tác đóng ngắt tiếp điểm, nâng cao lực ép các tiếp điểm và giảm được tiếng kêu va đập.

+ Nắp chuyển động xoay chiều bản lề: tiếp điểm chuyển động thẳng có tay đòn truyền chuyển động (hình 8-2a).

Hình 8-3: Công tắc tơ một chiều+ Nắp và tiếp điểm: chuyển động thẳng theo hai phương vuông góc với nhau (hình 8-2b).

+ Nắp chuyển động thẳng, tiếp điểm chuyển động xoay quanh bản lề (hình 8-2c).

+ Nắp và tiếp điểm đều chuyển động xoay quanh một bản lề có một hệ thống tay đòn chung (hình 8-2d), trường hợp này lực ép trên tiếp điểm lớn.

Nguyên lí làm việc của công tắc tơ điện một chiều kiểu điện từ cũng tương tự như trên, thường chỉ khác ở hình dáng kết cấu truyền động của mạch từ tới tiếp điểm. Cụ thể là công tắc tơ điện một chiều hầu hết sử dụng mạch từ kiểu supáp có tiếp điểm động bắt chặt ngay vào nắp. Ngoài ra, vì là điện một chiều nên mạch từ thường làm bằng sắt từ mềm, cuộn dây thường có hình trụ tròn, có thể quấn sát vào lõi vì lõi thép ít nóng hơn trường hợp điện xoay chiều. Hình dạng chung của công tắc tơ một chiều như hình 8-4.

Hình 8-4:Công tắc tơ chân không kiểu VRCa)Mặt cắt,b)Mặt trước;1.đầu nối;2.buồng đóng cắt chân không3.cuộn dây công tắc tơ;4.tiếp điểm phụ Trong đó: 1. là tiếp điểm tĩnh được bắt chặt vào quai 2; 3 cuộn dập hồ

quang; 4. dây dẫn; 5. đế cách điện; 6. móc thép; 7. tiếp điểm động; 8. giá đỡ;9. cọc dẫn dây ra; 10. dây mềm; 11. sừng bảo vệ tiếp điểm động ; 12. lò xo.

Công tắc tơ chân không

Công tắc tơ chân không đặc biệt thích hợp với công việc đóng mở các động cơ cần đóng/mở thường xuyên.

Ví dụ: động cơ trung áp của các máy bơm, của bộ tụ bù điện hoặc quạt.

Công tắc tơ chân không có tuổi thọ 1 x 106 chu kì đóng/cắt và có thể làm việc với tần số đóng cắt 1200 đóng/cắt một giờ. Các tính năng của công tắc tơ chân không kiểu VRC(hình 8- 4) biểu diễn như sau:

Bảng 8.1: Một số loại công tắc tơ chân không

Điện áp định mức [kV]	3,6	7,2	12
Dòng điện định mức [A]+ Dùng cho động cơ đến [kW]+Dùng cho tụ điện đến [kVAr]	45015002000	45020004000	25040004000

KHỞI ĐỘNG TỪ

Khái quát và công dụng

Khởi động từ là một loại thiết bị điện dùng để điều khiển từ xa việc đóng/cắt, đảo chiều và bảo vệ quá tải (nếu có mắc thêm rơle nhiệt) cho các động cơ ba pha rôtor lồng sóc. Khởi động từ khi có một công tắc tơ gọi là khởi động từ đơn, thường dùng để điều khiển đóng cắt động cơ điện. Khởi động từ có hai công tắc tơ gọi là khởi động từ kép, dùng để khởi động và điều khiển đảo chiều động cơ điện. Muốn khởi động từ bảo vệ được ngắn mạch phải mắc thêm cầu chảy.

Các yêu cầu kĩ thuật chủ yếu

Động cơ không đồng bộ ba pha làm việc liên tục hay không nhờ chủ yếu vào độ làm việc tin cậy của khởi động từ. Khởi động từ muốn làm việc tin cậy cần thỏa mãn các yêu cầu kĩ thuật sau:

+Tiếp điểm phải có độ bền chịu được độ mài mòn cao.

+Khả năng đóng cắt của khởi động từ phải cao.

+Thao tác đóng cắt phải dứt khoát.

+Tiêu thụ công suất ít nhất.

+Bảo vệ tin cậy động cơ điện khỏi quá tải lâu dài.

+Thỏa mãn các điều kiện khởi động động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc có hệ số dòng khởi động từ bằng từ 5 đến 7 lần dòng điện định mức.

Để thỏa mãn các yêu cầu trên đây, trong sản xuất người ta chế tạo tiếp điểm động ngày một nhẹ, đồng thời tăng cường lò xo nén tiếp điểm. Làm như vậy sẽ giảm được thời gian chấn động tiếp điểm trong quá trình mở máy động cơ, do đó giảm được độ mài mòn tiếp điểm.

Thời gian chấn động là một chỉ tiêu quan trọng nói lên độ bền chịu mòn của tiếp điểm. Các kết quả nghiên cứu thí nghiệm cho thấy rằng nếu rút ngắn được 0,5ms thời gian chấn động lúc đóng khởi động từ để mở máy động cơ điện thì sẽ giảm được độ mài mòn tiếp điểm đi khoảng 50 lần. Các khởi động từ của Liên Xô (cũ) có loại ∏ như kiểu ∏422, thời gian chấn động chỉ 3ms, kiểu ∏222 - 1,5ms, đồng thời khả năng đóng ngắt về điện đã đạt tới 1.106 lần thao tác. Hãng Siemens (Đức) sản xuất khởi động từ đạt được tuổi thọ về điện tới 2.106 lần thao tác (ví dụ kiểu K -915).

Khi ngắt khởi động từ, điện áp phục hồi trên tiếp điểm bằng hiệu số điện áp lưới và sức điện động của động cơ điện. Kết quả trên các tiếp điểm chỉ còn xuất hiện một điện áp bằng khoảng (15 ¸ 20)% Uđm tức là thuận lợi cho quá trình ngắt. Các kết quả nghiên cứu thí nghiệm về khởi động từ cho thấy độ mòn tiếp điểm khi đóng động cơ lớn gấp 3 đến 4 lần độ mòn tiếp điểm khi ngắt khởi động từ trong điều kiện đang làm việc bình thường.

Độ bền chịu mài mòn về điện và cơ của các tiếp điểm khởi động từ

Tuổi thọ của các tiếp điểm về điện và về cơ thường do ba yếu tố sau đây quyết định:

+ Kết cấu.

+ Công nghệ sản xuất.

+ Sử dụng vận hành và sửa chữa.

a) Độ bền chịu mòn về điện

Độ mòn tiếp điểm về điện lớn nhất khi khởi động từ mở máy động cơ điện không đồng bộ rotor lồng sóc, hồ quang điện sinh ra khi các tiếp điểm động dập vào tiếp điểm tĩnh bị chấn động bật trở lại. Lúc này dòng

điện đi qua khởi động từ bằng 6 - 7 lần dòng điện định mức, do đó hồ quang điện cũng tương ứng với dòng điện đó.

Kết quả nghiên cứu, thí nghiệm với nhiều kiểu khởi động từ khác nhau cho thấy rằng khi giảm thời gian chấn động các tiếp điểm, độ bền chịu mòn của chúng tăng lên rõ rệt. Trong chế tạo khởi động từ ngày nay người ta thường dùng kết cấu tiếp điểm bắc cầu để giảm bé thời gian chấn động thứ nhất, đồng thời làm tiếp điểm động có trọng lượng bé và tăng cường lò xo nén ban đầu lên tiếp điểm. Giảm thời gian chấn động thứ hai bằng cách đặt nệm lò xo vào lõi thép tĩnh đồng thời với việc nâng cao độ bền chịu mài mòn về cơ của nam châm điện.

Tình trạng bề mặt làm việc của các tiếp điểm cũng ảnh hưởng rõ rệt đến mức độ mài mòn. Điều này thường xảy ra trong qúa trình sử dụng và nhất là do chất lượng sửa chữa bảo dưỡng tiếp điểm. Hiện tượng cong vênh, nghiêng các bề mặt tiếp điểm làm tiếp xúc xấu dẫn tới giảm nhanh chóng độ bền chịu mòn của tiếp điểm. Để giảm ảnh hưởng của hiện tượng này, người ta thường chế tạo tiếp điểm động có đường kính bé hơn tiếp điểm tĩnh một chút và có dạng mặt cầu.

Vật liệu làm tiếp điểm khi dòng điện bé (nhỏ hơn 100A) ở các khởi động từ cỡ nhỏ thường là làm bằng bột bạc nguyên chất. Còn ở các khởi động từ cỡ lớn (dòng điện lớn hơn 100A) thường làm bằng bột gốm kim loại như hỗn hợp bạc - cađimi ôxít (mã hiệu COK - 15) hoặc bạc - niken.

b) Độ bền chịu mòn về cơ

Cũng như hầu hết các thiết bị điện hạ áp, các chi tiết động của khởi động từ làm việc không có dầu mỡ bôi trơn, tức là làm việc khô. Do đó phải chọn vật liệu ít bị mòn do ma sát và không bị gỉ. Ngày nay người ta thường dùng kim loại - nhựa có độ bền chịu mòn cao, có thể bền gấp 200 lần độ mòn giữa kim loại - kim loại.

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền chịu mài mòn về cơ của khởi động từ thường là:

+ Kiểu kết cấu (cách bố trí các bộ phận cơ bản).

+ Phụ tải riêng (tỉ tải) ở chỗ có ma sát và va đập.

+ Hệ thống giảm chấn động của nam châm.

Chọn đúng khởi động từ, sử dụng và vận hành đúng chế độ, cũng làm tăng tuổi thọ về cơ. Đối với các khởi động từ kiểu thông dụng, cần phải đảm bảo:

+ Làm sạch bụi và ẩm nước.

+ Lựa chọn phù hợp với công suất và chế độ làm việc của động cơ.

+ Lắp đặt đúng, ngay ngắn, không để khởi động từ bị rung, kêu đáng kể.

Độ bền chịu mài mòn về cơ khí của khởi động từ có thể đạt tới 10.106 lần thao tác đóng/cắt.

Kết cấu và nguyên lí làm việc

Khởi động từ thường được phân chia:

+ Theo điện áp định mức của cuộn dây hút : 36V, 127V, 220V, 380V, và 500V.

+ Theo kết cấu bảo vệ chống tác động bởi môi trường xung quanh có các loại: hở, bảo vệ, chống bụi, chống nổ,...

+ Theo khả năng làm biến đổi chiều quay động cơ điện: có loại không đảo chiều và đảo chiều.

+ Theo số lượng và loại tiếp điểm : có loại thường mở và thường đóng.

Căn cứ vào điều kiện làm việc của khởi động từ như đã nêu ở trên, trong chế tạo khởi động từ, người ta thường dùng kết cấu tiếp điểm bắc cầu (có hai chỗ ngắt mạch ở mỗi pha) do đó đối với cỡ nhỏ dưới 25A không

cần dùng thiết bị dập hồ quang cồng kềnh dưới dạng lưới hoặc hộp thổi từ.

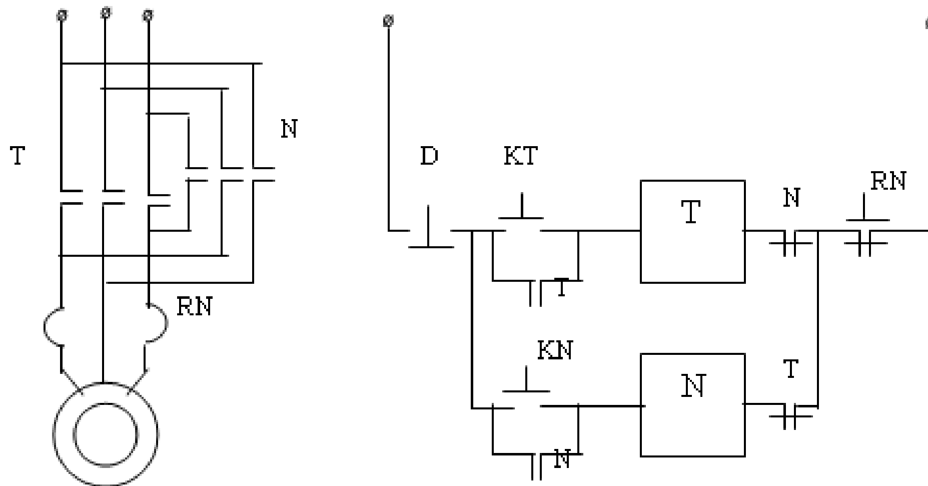
Kết cấu khởi động từ nói chung đều bao gồm các bộ phận có hình dáng tương tự như hình 8-5.

Tiếp điểm động 1 được chế tạo kiểu bắc cầu có lò xo nén tiếp điểm để tăng lực tiếp xúc và tự phục hồi trạng thái ban đầu.

Giá đỡ tiếp điểm 3 làm bằng đồng thanh mạ kền hoặc kẽm trên đó có hàn viên tiếp điểm tĩnh 4 thường làm bằng bột gốm kim loại.

Nam châm điện chuyển động có hệ thống mạch từ hình E gồm lõi thép tĩnh 5 và lõi thép phần động 6 nhờ lò xo 7, khởi động từ tự trở về vị trí ban đầu. Vòng chập mạch 8 được đặt ở đầu mút hai mạch rẽ của lõi thép động.

Hình 8-5: Khởi động từ đơnLõi thép phần ứng 6 của nam châm điện được lắp ghép liền với hai giá đỡ cách điện 9, trên đó có mang các tiếp điểm động1 và các lò xo tiếp điểm 2. Giá đỡ cách điện 9 (thường làm bằng bakêlit) chuyển động trong các rãnh dẫn hướng 10 ở trên thanh nhựa đúc của khởi động từ. Các tiếp điểm chính có nắp đậy kín làm nhiệm vụ hộp dập hồ quang và bình thường làm bằng vật liệu chịu hồ quang.



Hình minh họa: *Sơ đồ dùng khởi động từ mở máy và đảo chiều động cơ không đồng bộ lồng sóc.*

Khởi động từ cũng còn có các cụm tiếp điểm phụ kiểu bắc cầu (12), số lượng tùy thuộc từng kiểu cụ thể.

Để bảo vệ động cơ điện khỏi bị qúa tải, khởi động từ thường có lắp kèm theo rơle nhiệt ở hai pha và lắp cùng một giá với khởi động từ.

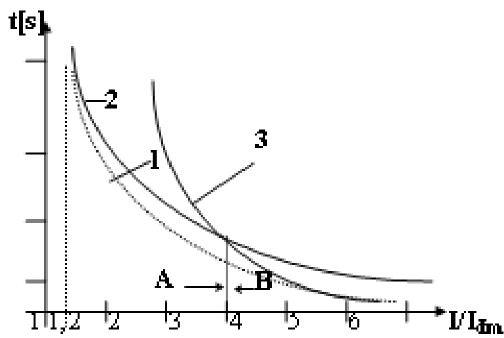
Khởi động từ đảo chiều (gọi là khởi động từ kép) gồm hai khởi động từ đơn có cấu tạo như trên, lắp trên cùng một giá, có thêm khóa liên động về cơ khí kiểu đòn bẩy(2) để đề phòng cả hai khởi động từ cùng đóng đồng thời. Cơ cấu này được bố trí ở dưới chân đế. Khởi động từ kép cũng có kiểu lắp kèm theo cả rơle nhiệt trên cùng một giá.

Hình 8-6 là sơ đồ mắc khởi động từ kép điều khiển đảo chiều động cơ không đồng bộ ba pha lồng sóc.

CẦU CHẢY(Cầu chì)

Khái quát và công dụng

Cầu chảy là loại thiết bị điện dùng để bảo vệ thiết bị điện và lưới điện tránh quá (dòng chủ yếu là dòng ngắn mạch) thường dùng bảo vệ cho đường dây, máy biến áp, động cơ,...



Hình minh họa: *Đặc tính dây chảy*

Đặc điểm

Cầu chảy cấu tạo đơn giản, kích thước bé khả năng cắt lớn, giá thành hạ nên ứng dụng rộng rãi.

Các phần từ cơ bản của cầu chảy

+Dây chảy : là phần tử cơ bản của cầu chảy,

để cắt một cách tin cậy cho mạch điện cần bảo

vệ yêu cầu dây chảy thỏa mãn:

- Không bị ô xy hóa.

- Dẫn điện tốt.

- Điện trở không thay đổi theo nhiệt độ.

- Nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp.

+Thiết bị dập hồ quang: hồ quang phát sinh sau khi dây chảy bị đứt cầu chảy cắt mạch

(không có ở mạch hạ áp mà chỉ có ở cầu chảy cao áp).

Các tính chất yêu cầu của cầu chảy

Đặc tính A -s của cầu chảy (đường 1 trong hình 8-7) phải thấp hơn đường đặc tính đối tượng

cần bảo vệ (đường 2 trong hình 8-7).

-Cầu chảy cần có đặc tính làm việc ổn định.

-Công suất thiết bị càng tăng cầu chảy càng phải có khả năng cắt cao hơn.

-Khi có ngắn mạch cầu chảy phải làm việc có lựa chọn theo thứ tự.

-Việc thay thế dây chảy phải dễ dàng ít tốn thời gian.

Nguyên lí làm việc

Đặc tính Am pe- giây (A-s) hình 8-6 là sự phụ thuộc của thời gian chảy vào dòng điện qua cầu chảy.

Để có tác dụng bảo vệ đặc tính cầu chảy 1 luôn thấp hơn đặc tính thiết bị (đường 2) nhưng đặc tính thực tế là đường 3 trong vùng có quá tải lớn (vùng B) bảo vệ được còn vùng (A) quá tải nhỏ không bảo vệ được. Thực tế dòng khi quá tải không lớn hơn (1,5 2)Iđm thì sự phát nóng diễn ra chậm, phần lớn nhiệt tỏa ra môi trường xung quanh nên cầu chảy không bảo vệ được quá tải nhỏ.

Để đảm bảo khi làm việc với dòng định mức dây chảy không đứt thì dòng giới hạn của dây chảy Igh>Iđm.

Để cầu chảy bảo vệ tốt và nhạy cả khi Igh>Iđm không nhiều thì theo kinh nghiệm chọn Igh/Iđm= (1,6 2) với đồng, Igh/Iđm=(1,25 1,45) với chì, Igh/Iđm =1,15 với thiếc và nhôm.

Dòng định mức của cầu chảy chọn sao cho khi dòng này chạy liên tục qua dây chảy chỗ phát nóng lớn nhất của dây chảy không làm kim loại bị ô xy hóa quá mức và biến đổi đặc tính bảo vệ, đồng thời nhiệt phát ra bên ngoài không quá giá trị ổn định.

Ở giá trị gần dòng điện giới hạn (Igh) yêu cầu dây chảy cũng phải gần đến nhiệt độ nóng chảy để không làm ảnh hưởng đến các chi tiết khác tức là phải chọn dây chảy là kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp.

Khi quá tải lớn I= (3 4)Iđm thì quá trình phát nóng là quá trình đoạn nhiệt (nóng cục bộ dây chảy, dòng chảy chuyển sang dạng lỏng khi quá trình Ion hóa dưới nhiệt độ cao làm khó dập tắt hồ quang hồ quang hơn, do vậy mong muốn càng ít kim loại lỏng càng tốt. Người ta chế tạo dây chảy cấu tạo có nhiều đoạn hẹp khi đó mật độ dòng cao ở nơi thắt hẹp, lực điện động sinh ra sẽ cắt nhanh dây chảy. Dây chảy có đoạn hẹp làm giảm thời gian cắt, nếu có phối hợp với thiết bị dập hồ quang thì thời gian tác động ttđ chỉ còn vài phần nghìn giây.

Kết cấu cầu chảy hạ áp

1. Loại hở

Ở loại hở không có vỏ bọc thường chỉ gồm dây chảy dập dạng phiến bằng kim loại (Cu, Al, Pb, Zn, Sn). Vít 2 cực nguồn đặt trên bảng cách điện (sứ, gốm,...) có các loại dây chảy 5, 10, 15, 30A.

1. Loại vặn

Ở loại này dây chảy ở phía trong nắp, nắp có dạng vặn vít vào đế loại này dây chảy có các loại 6, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 100A ở điện áp 500V hình 8-7b.

c) Loại hộp

Thường hộp và nắp đều làm bằng sứ có bắt chặt các tiếp xúc điện bằng đồng, có kẹp đơn hoặc kép để khỏi rơi nắp, dây chảy trên nắp có các cỡ 5, 10, 15, 20, 30, 60, 80, 100A ở 500V hình 8-7c,d.

d) Loại kín không có cát thạch anh

Loại này dây chảy đặt trong ống không có cát thạch anh: vỏ làm bằng chất hữu cơ (một loại xenlulô) có dạng ống dây chảy đặt trong ống hai đầu có vít, nối với các cực điện qua vòng đệm. Dây chảy thường bằng kẽm (nhiệt độ nóng chảy bằng 4200C) nhiệt độ nóng chảy thấp và có khả năng chống gỉ tốt.

Quá trình dập hồ quang: khi dây chảy đứt làm phát sinh hồ quang nhiệt độ tăng cao làm vỏ ống bị đốt cháy sinh ra khí hơi trong ống hẹp (có 40%H2, 50%CO2, 10% hơi nước) làm áp suất ống tăng cao (40 ¸ 80at) nhanh chóng dập tắt hồ quang có ống có hai cỡ:

+Loại ngắn làm việc với điện áp U=380V

+Loại dài làm việc với U=500V

Tùy cỡ đường kính ống mà dòng làm việc khác nhau 6, 10 hay 15A.

e) Loại kín trong ống có cát thạch anh

Đặc tính bảo vệ của loại này tốt còn gọi là cầu chảy ống sứ.Thường vỏ cầu chảy làm bằng sứ (hoặc steatit) có dạng hộp chữ nhật trong vỏ có trụ tròn rỗng đặt dây chảy, sau đó đổ đầy cát thạch anh, dây chảy được vít vào đĩa gắn trên 2 đầu hộp. Dây chảy thường bằng là đồng lá dày (0,1   0,2)mm dập lỗ dài để tạo tiết diện hẹp. Nhằm để giảm nhiệt độ tự chảy của đồng (10800C) người ta hàn thêm các vảy thiếc vào những chỗ tiết diện hẹp.

a)b) c)d)Hình 8-8: Một số loại cầu chảy thông dụng. a)Cầu chảy kiểu bắn b) kiểu vặn;c) kiểu ống phíp;d) kiểu ống sứChú ý

+Icc: Dòng định mức của cầu chảy.

+Idc: Dòng định mức của dây chảy. Thường Icc   Idc (vì một cầu chảy có thể mắc nhiều cỡ dây).

Dây chảy và cách tính gần đúng dòng điện igh

Khi chọn kim loại làm dây chảy cần đảm bảo các yêu cầu:

-Điểm nóng chảy thấp.

-Kim loại vật liệu phải ít.

-Quán tính nhiệt phải nhỏ.

Để giảm nhiệt độ tác động người ta thường dùng hai biện pháp là:

+ Dùng dây dẹt có chỗ thắt lại để giảm tiết diện.

+ Dùng dây tròn trên một số đoạn hàn thêm một số vảy kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp (ứng dụng hiệu ứng luyện kim).

Ngoài ra nhiệt độ ion hóa hơi kim loại phải cao, và thêm một số điều kiện phụ nữa. Theo thứ tự giảm nhiệt hóa hơi ion của một số kim loại là:

Zn>Ag>Cu>Pb>Mg>Ni>Sn>Al.

Thực tế không có kim loại nào thỏa mãn hết các yêu cầu trên được nên để khắc phục người ta thường chế tạo bằng hợp kim. Thông thường dây chảy dùng các kim loại sau:

+ Chì (Pb): dùng nhiều do mềm, nhiệt nóng chảy thấp nhưng khối lượng lớn và dễ bị ô xy hóa trong không khí nên chỉ dùng khi dòng điện bé, kích thước nhỏ dễ lắp ráp. Để khắc phục nhược điểm trên người ta dùng hợp kim để giảm nhiệt độ nóng chảy.

+ Kẽm (Zn): nhiệt nóng chảy thấp, giá rẻ, dùng cho dòng từ (20 ¸ 500)A .

Ngoài ra còn dùng Ag, Cu và còn đôi khi dùng Al.

Cầu chảy cao áp (H. R. C)

Dùng bảo vệ tụ điện, máy biến áp và cần tính đến dòng điện qúa độ. Trong thiết bị tụ điện, dòng định mức của dây chảy tối thiểu bằng 1,6 lần dòng định mức của tụ điện, để tính đến các điều hòa của lưới và sự tăng điện áp. Kiểu súng như hình 8-8a.

Khi chọn cầu chảy bảo vệ động cơ cao áp, cần chú ý đến dòng khởi động của động cơ và thời gian khởi động. Cũng cần chú ý đến tần số khởi động, nếu tần số qúa cao, các cầu chảy sẽ không thể đủ nguội giữa các lần đóng mở. Khi chọn cầu chảy cũng cần nhớ rằng chúng có điện áp định mức và trị số dòng điện khác nhau khi đế cầu chảy có kích thước khác nhau.

Khả năng hạn chế dòng điện

Dòng điện tối đa cầu chảy cho phép chạy qua phụ thuộc vào dòng định mức của nó và vào diễn biến dòng ngắn mạch. Đặc tính chảy của cầu chảy do nhà sản xuất cho phép dải dòng điện cắt theo các tiêu chuẩn kĩ thuật (ví dụ theo tiêu chuẩn DIN VDE 0670).

Hình 8-8: Cầu chảy cao áp (loại cầu chì tự rơi)Đối với mỗi dòng điện định mức, ta có thể đọc giá trị đỉnh của dòng điện qua, với giá trị đó cầu chảy hạn chế dòng ngắn mạch đối xứng.

Sự hạn chế dòng điện này bảo vệ thiết bị có hiệu quả, chống được hư hỏng do ứng suất cơ và nhiệt.

ÁPTÔMÁT

Khái quát và yêu cầu

Áp tô mát là thiết bị điện dùng để tự động cắt mạch điện bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp,... hồ quang được dập trong không khí.

Yêu cầu của áp tô mát

+ Chế độ làm việc định mức của áp tô mát phải là chế độ làm việc dài hạn (tức là cho dòng I=Iđm qua dài hạn). Mặt khác mạch dòng điện phải chịu được dòng điện lớn (khi ngắn mạch) lúc các tiếp điểm đã hay đang đóng.

+Phải cắt được dòng ngắn mạch lớn vài chục kA và sau khi ngắt phải đảm bảo làm việc tốt khi I=Iđm.

+Yêu cầu thời gian cắt áptômát nhỏ để bảo vệ các thiết bị khác. Muốn vậy phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang trong áptômát. Để thực hiện yêu cầu thao tác chọn lọc bảo vệ, áp tô mát phải có khả năng hiệu chỉnh dòng tác động và thời gian tác động .

Thời gian tác động của áp tô mát : t = to + t1+ t2 . Trong đó:

+t0 là thời gian tính từ lúc sự cố xảy ra đến khi i tăng đến i=Ikđ phụ thuộc $\frac{di}{dt}$.

+t1 là thời gian từ khi i=Ikđ đến khi tiếp điểm áptômát bắt đầu chuyển động, thời gian này phụ thuộc vào cơ cấu ngắt.

+t2 là thời gian cháy của hồ quang (phụ thuộc bộ phận dập hồ quang và trị dòng điện ngắt).

Phân loại- cấu tạo và nguyên lí làm việc

a) Phân loại

Phân theo kết cấu

+Loại một cực.

+Loại hai cực.

+Loại ba cực.

Phân theo thời gian tác động

+ Tác động không tức thời.

+ Tác động tức thời.

Phân loại theo công dụng bảo vệ

+ Dòng cực đại.

+ Dòng cực tiểu.

+ Áp cực tiểu.

+ Áptômát bảo vệ công suất điện ngược.

+ Áptômát vạn năng (chế tạo cho mạch có dòng điện lớn các thông số bảo vệ có thể chỉnh định được) loại này không có vỏ và lắp đặt trong các trạm biến áp lớn.

+ Áptômát định hình: bảo vệ quá tải bằng rơle nhiệt, bảo vệ quá điện áp bằng rơle điện từ, đặt trong vỏ nhựa.

b) Nguyên lí làm việc của áptômát

Sơ đồ nguyên lí bảo vệ chức năng của áptômát như hình 8-9a, b, c, d:tương ứng với các cơ cấu bảo vệ dòng cực đại, điện áp thấp, dòng cực tiểu và bảo vệ công suất ngược.

c) Cấu tạo áptômát

+Tiếp điểm: có hai cấp tiếp điểm (tiếp điểm chính và tiếp điểm hồ quang) hoặc ba cấp tiếp điểm (chính, phụ, hồ quang). Đóng mạch áptômát thì thứ tự đóng tiếp điểm là: hồ quang, phụ, chính, khi cắt thì

ngược lại (nhằm bảo vệ tiếp điểm chính). Tiếp điểm hồ quang thường cấu tạo bằng kim loại gốm chịu được hồ quang như Ag-W, Cu-W, Ni ,...).

Hình 8-10 trình bày một hệ thống tiếp điểm trong áptômát: 2, 3 là tiếp điểm chính; 4 là các tiếp điểm phụ; 5 là các tiếp điểm hồ quang.

Hình 8-10: Cấu trúc chung của áptômátHình 8-9: Các cơ cấu bảo vệ chức năng trong Áptômáta)Cơ cấu bảo vệ dòng cực đại; b)Cơ cấu bảo vệ điện áp thấp; c) Cơ cấu bảo vệ dòng cực tiểud) Cơ cấu bảo vệ công suất ngược+ Hộp dập hồ quang: để áptômát dập được hồ quang trong tất cả các chế độ làm việc của lưới điện thì người ta thường dùng hai kiểu thiết bị dập hồ quang là: kiểu nửa kín và kiểu hở. Thiết bị dập kiểu nửa kín được đặt trong vỏ kín của áptômát và có lỗ thoát khí. Kiểu này có dòng điện giới hạn cắt không quá 50kA. Thiết bị dập kiểu hở được dùng khi giới hạn dòng điện cắt lớn hơn 50kA hoặc điện áp lớn hơn 1000V. Trong buồng dập hồ quang thông dụng người ta thường dùng những tấm thép xếp thành lưới ngăn. Để phân chia hồ quang thành nhiều đoạn ngắn thuận lợi cho việc dập tắt hồ quang. Hình dạng kết cấu hộp dập hồ quang được trình bày trên (hình 8-10), 6 là hộp dập hồ quang. Cùng một thiết bị dập tắt hồ quang, khi làm việc ở mạch điện xoay chiều điện áp đến 500V thì có thể dập tắt được hồ quang của dòng điện đến 40kA, nhưng khi làm việc ở mạch điện một chiều điện áp đến 440V thì chỉ có thể cắt được dòng điện đến 20kA.

+ Cơ cấu truyền động cắt áptômát: truyền động cắt áptômát thường có hai cách: bằng tay và bằng cơ điện (điện từ, động cơ điện). Điều khiển bằng tay được thực hiện với các áptômát có dòng điện định mức không lớn hơn 600A. Điều khiển bằng điện từ (nam châm điện) được ứng dụng ở các áptômát có dòng điện lớn hơn đến 1000A. Để tăng lực điều khiển bằng tay người ta còn dùng một tay dài phụ theo nguyên lí đòn bẩy. Ngoài ra còn có cách điều khiển bằng động cơ điện hoặc khí nén. Hình 8-11 trình bày cơ cấu điều khiển các áptômát bằng nam châm điện có nhả khớp tự do. Khi đóng bình thường (không có sự cố), các tay đòn 2 và 3 được nối cứng (vì tâm xoay o nằm thấp dưới đường nối hai điểm o1 và o2.). Giá đỡ 5 làm cho hai đòn này không tự gập lại được. Ta nói điểm o

là vị trí chết. Khi có sự cố, phần ứng 6 của nam châm điện 7 bị hút đập vào hệ thống tay đòn 2, 3 làm cho điểm o thoát khỏi vị trí chết . Điểm o sẽ cao hơn đường nối o1o2, lúc này tay đòn 2, 3 không được nối cứng nữa. Các tiếp điểm sẽ nhanh chóng mở ra dưới tác dụng của lò xo kéo tiếp điểm (hình 8-11b). Muốn đóng lại áptômát, ta phải kéo tay cầm 4 xuống phía dưới như hình 8-11c, sau đó mới đóng vào được.

Móc bảo vệ: Áptômát tự động cắt nhờ các phần tử bảo vệ gọi là móc bảo vệ.

Hình 8-13: Cơ cấu nhả khớp tự do:a) vị trí đống; b)vị trí mở; c)vị trí chuẩn bị đóng lại+Móc bảo vệ quá tải (còn gọi là quá dòng điện): để bảo vệ thiết bị điện khỏi bị quá tải, đường thời gian - dòng điện của móc bảo vệ phải nằm dưới đường đặc tính của đối tượng cần bảo vệ. Người ta thường dùng hệ thống điện từ và rơle nhiệt làm móc bảo vệ đặt bên trong áptômát. Móc kiểu điện từ có cuộn dây mắc nối tiếp với mạch điện chính. Khi dòng điện vượt quá trị số cho phép thì phần ứng bị hút và móc sẽ bị đập vào khớp rơi tự do, làm tiếp điểm của áptômát mở ra như hình 8-11. Điều chỉnh vít để thay đổi lực kháng của lò xo, ta có thể điều chỉnh được trị số dòng điện tác động. Để giữ thời gian trong bảo vệ qúa tải kiểu điện từ, người ta thêm một cơ cấu giữ thời gian (ví dụ bánh xe răng như trong cơ cấu đồng hồ). Móc kiểu rơle nhiệt đơn giản hơn cả, loại này có kết cấu tương tự rơle nhiệt có phần tử phát nóng nối nối tiếp với mạch điện chính, tấm kim loại kép dãn nở làm nhả khớp rơi tự do để mở tiếp điểm của áptômát khi có quá tải. Kiểu này có nhược điểm là quán tính nhiệt lớn nên không ngắt nhanh được dòng điện tăng vọt như khi có ngắn mạch, do đó chỉ bảo vệ được dòng điện quá tải. Vì vậy người ta thường sử dụng tổng hợp cả móc kiểu điện từ và móc kiểu rơle nhiệt trong một áptômát. Loại này thường được dùng ở áptômát có dòng điện định mức đến 600A.

+ Móc bảo vệ sụt áp: (còn gọi là bảo vệ điện áp thấp) cũng thường dùng kiểu điện từ. Cuộn dây mắc song song với mạch điện chính. Nguyên lí làm việc xem hình 8-9.

Cách lựa chọn áptômát

Việc lựa chọn áptômát, chủ yếu dựa vào :Dòng điện tính toán đi trong mạch; Dòng điện quá tải; Tính thao tác có chọn lọc.

Ngoài ra lựa chọn áptômát còn phải căn cứ vào đặc tính làm việc của phụ tải và áptômát không được phép cắt khi có quá tải ngắn hạn (thường xảy ra trong điều kiện làm việc bình thường như dòng điện khởi động, dòng điện đỉnh trong phụ tải công nghệ). Yêu cầu chung là dòng điện định mức của móc bảo vệ Iaptô không được bé hơn dòng điện tính toán (Itt) của mạch :

Iaptô ^{3} Itt

Tùy theo đặc tính và điều kiện làm việc cụ thể của phụ tải, người ta hướng dẫn lựa chọn dòng điện định mức của móc bảo vệ bằng 125%, 150% hay lớn hơn nữa so với dòng điện tính toán của mạch. Sau cùng ta chọn áptômát theo các số liệu kĩ thuật đã cho của nhà chế tạo.

Các bộ ổn định điện
Phần này trình bày khái niệm chung về các bộ ổn định điện

KHÁI NIỆM CHUNG

Các bộ ổn định điện là các thiết bị điện tự động duy trì đại lượng đầu ra ở mức không đổi khi đại lượng đầu vào biến đổi trong một phạm vi nhất định. Ứng với các đại lượng dòng điện, điện áp, công suất có các bộ ổn định dòng điện, điện áp và công suất, những bộ ổn định điện áp hiện nay đang được dùng phổ biến hơn cả.

Chất lượng của bộ ổn định điện được đánh giá bằng hệ số ổn định Kôđ .

Kôđ= $\frac{\Delta\Upsilon}{\Upsilon} : \frac{\Delta X}{X} = \frac{X.\Delta\Upsilon}{\Upsilon.\Delta X}$.

Trong đó :

+ Υvà $\Delta\Upsilon$ là đại lượng đầu ra và gia số của nó .

+ X và ΔX là đại lượng đầu vào và gia số của nó.

Nếu Kôđ càng nhỏ thì chất lượng của bộ ổn định điện càng tốt. Đối với bộ ổn định điện áp (ổn áp) thì hệ số ổn định được biểu diễn bằng :

Kôđ= $\frac{\Delta\Upsilon}{\Upsilon} : \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta U_R}{U_R} \quad \frac{\Delta U_V}{U_V}$

Trong đó :

- UR là điện áp ra.

- UV là điện áp đầu vào.

- DUR và DUV là độ biến thiên điện áp đầu ra và độ biến thiên điện áp đầu vào. Hiện nay có rất nhiều loại ổn áp với những nguyên lí làm việc rất khác nhau. Trong phạm vi giáo trình này chỉ đề cập một số loại phổ biến.

ỔN ÁP SẮT TỪ KHÔNG TỤ

Kiểu đơn giản nhất của loại này là hai cuộn kháng nối tiếp nhau, một cuộn tuyến tính L1 (có khe hở không khí trong mạch từ) và một cuộn bão hòa L2 như hình 9-1.

Hình 9-1: Ổn áp sắt từ không tụĐiện áp vào UV đặt trên cả hai cuộn còn điện áp ra Ur lấy trên cuộn bão hòa:

UV = U1 + U2 = U1 + Ur.

Nếu bỏ qua tổn hao trong hai cuộn kháng thì phương trình trên có thể viết dưới dạng số học là:

UV = U1 + Ur .

Đặc tính V- A của bộ ổn áp này được trình bày như hình 9-2.

Ta nhận thấy khi điện áp đầu vào thay đổi nhiều thì điện áp đầu ra thay đổi ít (DUV >> DUR). Tuy vậy sự dao động của điện áp đầu ra DUR vẫn còn tương đối lớn vì đặc tính V-A của cuộn kháng bão hòa không thể nằm song song với trục hoành được. Có thể giảm bớt DUR bằng cách mắc thêm trên cuộn tuyến tính một cuộn bù Wb ngược cực tính với cuộn bão hòa.

Hình 9-2: Đặc tính của ổn áp sắt từ không tụĐiện áp ra trong trường hợp này được tính bằng :

UR = (U2 - U1). $\frac{W_b}{W_1}$.

Trong đó tỉ số $\frac{W_b}{W_1}$ phải chọn sao cho UR bé nhất.

Để có một điện áp ra tùy ý thì cuộn dây W2 của cuộn kháng bão hòa phải là cuộn sơ cấp của biến áp, còn điện áp lấy ra trên cuộn thứ cấp là ở trên cuộn kháng bão hòa.

Hình 9-3 trình bày một số kiểu sơ đồ nối.

Hình 9-3: Một số sơ đồ ổn áp sắt từ không tụNhược điểm chính của ổn áp sắt từ không tụ là tốn nhiều nguyên vật liệu, hiệu suất bé, điện áp ra bị méo dạng nhiều.

ỔN ÁP SẮT TỪ CÓ TỤ

Nhược điểm lớn nhất của ổn áp sắt từ không tụ là dòng điện lớn do khi mạch từ bão hòa gây ra. Điều này có thể khắc phục được bằng cách mắc thêm một tụ điện có trị số thích hợp song song với cuộn kháng bão hòa. Do dòng điện trên tụ ngược pha với dòng điện trên cuộn kháng bão hòa nên chúng tự triệt tiêu nhau.

Mắc thêm tụ điện tạo ra trong mạch hiện tượng cộng hưởng, vì vậy ổn áp sắt từ còn được gọi là bộ ổn áp cộng hưởng.

Bộ ổn áp kiểu hai cuộn kháng

Sơ đồ đơn giản nhất của loại này được mô tả như hình 9-4.

Hình 9-4: Ổn áp sắt từ có tụỔn áp gồm hai cuộn kháng, một cuộn tuyến tính và một cuộn bão hòa mắc nối tiếp nhau, tụ điện C mắc song với cuộn bão hòa. Điện áp ra lấy trên cuộn kháng bão hòa . Điện áp đầu ra có quan hệ khá phức tạp với điện áp vào và dòng điện I. Khi: U2 < Uch (điện áp cộng hưởng) thì mạch vòng L2C có tính chất điện dung. Khi U2 = Uch trong mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng dòng điện. Khi U2 > Uch thì mạch vòng L2C có tính chất điện cảm (hình 9-5).

Hình 9-5: Đặc tính của ổn áp(mạch L) Hình 9-6: Dạng đặc tính V-A.Đặc tính V-A của bộ ổn áp này hình 9-6. Ta nhận thấy ở đây khi *D*UV tương đối lớn thì *D*UR thay đổi không đáng kể và UR chỉ ổn định khi U2 > Uch . Vì vậy phải chọn miền làm việc của ổn áp sau điểm cộng hưởng .

Để giảm bớt đến mức tối đa sự thay đổi của điện áp đầu ra UR người ta dùng thêm cuộn bù với số vòng thích hợp quấn trên mạch từ của cuộn

dây tuyến tính L1 và ngược cực tính với cuộn W2. Sơ đồ mạch biểu diễn trên hình 9-7.

Tụ điện C có thể mắc vào điện áp cao hơn UR nhờ cuộn tăng áp kiểu biến áp tự ngẫu, mục đích làm giảm trị số của tụ (biết UC = $\frac{I}{\omega C}$, nếu UC càng cao thì trị số của tụ càng bé khi dòng điện I và tần số không đổi).

Nhược điểm chính của loại ổn áp cộng hưởng là điện áp ra bị méo bởi phần tử phi tuyến L2 . điều này có thể khắc phục bằng cách dùng bộ lọc thích hợp.

Hình 9-7: Ổn áp có cuộn dây bù Hình 9-8: Ổn áp cộng hưởng

Trên hình 9-8 trình bày nguyên lí của bộ ổn áp sắt từ cộng hưởng. Bộ ổn áp này đã dùng nhiều biện pháp tích cực nhằm cải tiến tối đa các thông số của nó . Ở đây nhờ có cuộn bù Wb điện áp của tụ được tăng cao. Ngoài ra còn có cuộn kháng tuyến tính L3 mắc nối tiếp với tụ C. Trị số L3 chọn sao cho L3 và C tạo thành mạch cộng hưởng đối với các sóng bậc cao (chủ yếu là sóng hài bậc 3), do vậy điện áp ra sẽ gần hình sin hơn.

Bộ ổn áp kiểu biến áp có sun từ

Biến áp có sun từ đóng vai trò của cuộn kháng bão hòa và cuộn kháng tuyến tính. Sơ đồ nguyên lí của loại này như hình 9-9. Tụ C mắc song song với U2 hoặc với điện áp cao hơn U2.

Hình 9-9: Ổn áp kiểu shun từỔN ÁP KHUẾCH ĐẠI TỪ

Điện áp hay dòng điện của tải mắc ở đầu ra của khuếch đại từ có thể điều khiển được nhờ dòng điện điều khiển vào cuộn dây điều khiển. Muốn duy trì điện áp hay dòng điện đầu ra không đổi thì chỉ việc thay

đổi trị số dòng điều khiển Iđk , đó là nguyên lí làm việc của bộ ổn áp khuếch đại từ như hình 9-10.

Nó gồm một KĐT đơn và một biến áp tự ngẫu AT, điện áp đầu vào đặt trên hai cuộn làm việc của khuếch đại từ và cuộn dây sơ cấp của AT.

Hình 9-10: Dạng đơn giản của ổn áp khuếch đại từ Có UV = UKĐT + U1AT. Điện áp đầu ra lấy ở cuộn thứ cấp của máy biến áp tự ngẫu AT. Vai trò của AT dùng để nâng cao điện áp ra :

Ur= K.UAT = K(UV+ UKĐT).

Trong đó : K là hệ số biến áp của AT.

Muốn cho Ur không đổi thì Iđk phải được điều chỉnh sao cho :

+ Khi Ur = Uđm thì Iđk = Iđkđm và có UKĐTđm.

+ Khi Ur > Uđm thì Iđk < Iđkđm và có UKĐT làm giảm Ur về lại Uđm.

+ Khi Ur < Uđm thì Iđk> Iđkđm và có UKĐT làm tăng Ur lên lại Uđm.

Hình 9-11: Đặc tính ổn ápVấn đề mấu chốt là phải tạo ra được quá trình tự động thay đổi Iđk theo quy luật trên khi Ur thay đổi. Điều này được giải quyết nhờ hệ thống điều khiển gồm các cơ cấu phát, cơ cấu đo và cơ cấu so sánh. Khi UV thay đổi (vì điện áp dưới tải thay đổi hoặc tải của ổn áp thay đổi) các cơ cấu trên có nhiệm vụ tạo ra Iđk phù hợp với đặc tính điều chỉnh của ổn áp do đó điện áp ra sẽ được duy trì ổn định. Ur dao động ít nhất nếu các cơ cấu phát, đo và so sánh được làm bằng các linh kiện điện tử và bán dẫn. Tuy vậy chúng cũng còn được làm từ các phần tử điện từ.

Hình 9 -12 trình bày nguyên lí của một ổn áp KĐT mà cơ cấu của hệ điều khiển làm bằng các cuộn kháng. KĐT có ba cuộn dây điều khiển Wđk1, Wđk2 và Wđk3. Trong đó: Wđk1:là cơ cấu phải chỉnh định bằng dòng điện Iđk1 sao cho khi : UV = Uvđm , It = Itđm thì điện áp ra bằng điện áp định mức. Iđk1 được chỉnh định bằng điện trở R1.

Cuộn Wđk2 và Wđk3 mắc nối tiếp với cuộn kháng bão hòa L2 và tuyến tính L3 qua bộ chỉnh lưu, vì hai cuộn này trên hình được nối ngược cực tính với nhau do đó sức từ động chung bằng hiệu hai sức từ động: (IW) = (Iđk2.Wđk2) - (Iđk3 .Wđk3)

Trong đó: Iđk2 và Iđk3 phải được chỉnh định qua biến trở R2 và R3 sao cho khi Ur = URđm thì sức từ động tổng bằng không(IW= 0). Khi Ur thay đổi thì Iđk2Wđk2 và Iđk3Wđk3 thay đổi theo hình 9-11.

Quá trình tự động thay đổi điện áp có thể biểu diễn như sau:

+ khi UR < Urđm thì sức từ động IW >0 dẫn đến LKĐT giảm và UKĐT giảm và điện áp ra lại tăng lại.

+ khi UR > Urđm thì IW < 0 dẫn đến LKĐT tăng làm UKĐT tăng và điện áp ra giảm lại.

Ổn áp khuếch đại từ có thể chế tạo với công suất tương đối lớn, hiệu suất cao hơn so với ổn áp sắt từ.

Hình 9-12: Sơ đồ nguyên lí ổn áp khuếch đại từ

ỔN ÁP BIẾN TRỞ THAN

Loại ổn áp này có cấu tạo khá đơn giản như hình 9-13. Nó gồm một chồng đĩa than xốp, một lò xo kéo và một nam châm điện. Điện áp đầu ra được tính bằng hiệu của điện áp đầu vào và điện áp rơi trên chồng đĩa than:

U = UV - IT. R

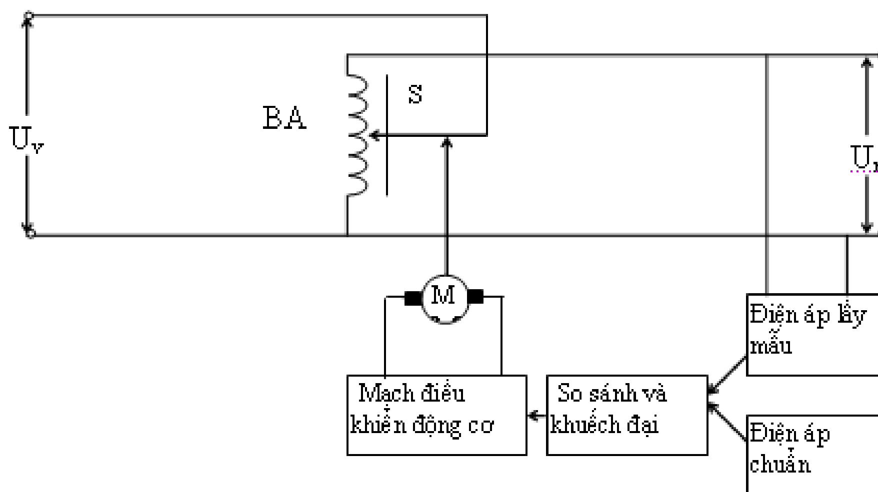
Nếu điện áp ra thay đổi (khi điện áp vào và tải thay đổi) thì lực điện từ của nam châm điện thay đổi theo cho nên lực ép lên chồng đĩa than cũng thay đổi làm điện trở của nó thay đổi.

Khi điện trở của đĩa than thay đổi thì điện áp rơi trên nó cũng thay đổi, kết quả làm cho điện áp đầu ra UR được duy trì không đổi.

Hình 9-13: Ổn áp điện trở tiếp xúc

ỔN ÁP KIỂU SERVOMOTOR

Ổn áp kiểu servomotor còn được gọi là ổn áp dùng servomotor kéo chổi than theo nguyên lí điện cơ. Nguyên lí làm việc của nó là dùng một mạch điều khiển bằng linh kiện bán dẫn điện tử để điều khiển động cơ thừa hành làm nhiệm vụ ổn định điện áp.



Sơ đồ khối ổn áp kiểu servomotor

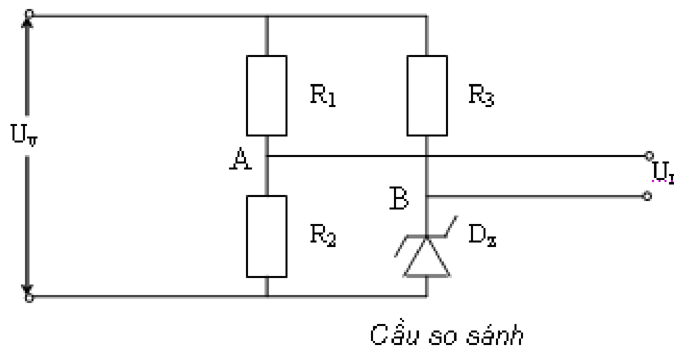
Sơ đồ nguyên lí làm việc như hình minh họa.

Phần chính là một biến áp tự ngẫu BA có lõi hình xuyến, đầu vào lấy điện qua con chạy S. Để giữ điện áp ra Ur không đổi ta phải thay đổi điện áp vào Uv cho phù hợp bằng cách điều khiển tự động con chạy S. Việc điều chỉnh S được thực hiện nhờ động cơ M. Động cơ này được điều khiển bằng bộ so sánh mức độ sai lệch giữa điện áp mẫu Ur’ (Ur’ là đại diện cho Ur) và điện áp chuẩn. Sơ đồ khối mạch điều khiển được trình bày như hình 9-15.

THĐLCLUvUrU’rHình 9-15 : Sơ đồ khối mạch điều khiển ổn ápMM

Điện áp Ur sau khi qua bộ chỉnh lưu (CL) có điện áp Ur’. Bộ đo lường là một mạch cầu gồm ba nhánh điện trở R1, R2, R3 và một nhánh điôt zener Dz được vẽ trên hình 9-16.

Điện áp giữa hai nhánh của cầu là Ur’ (điện áp chỉnh lưu của Ur), *D*U là điện áp giữa hai đỉnh chéo AB của cầu. Các trị số điện trở R1, R2, R3 được tính toán như thế nào để khi Ur= Urđm thì có *D*U= 0. Giá trị *D*U sai lệch được khuếch đại lên thành giá trị *D*U1 lớn hơn nhiều lần. *D*U1 này được đưa đến khối thực hiện TH để khối này nhận biết điều khiển chiều quay của động cơ M, kéo theo con trượt S chạy. Ta có cụ thể như sau:



Cầu so sánh

+Khi điện áp ra Ur tăng xuất hiện sự sai lệch điện áp là *D*U, sự sai lệch này được khuếch đại thành *D*U1 lớn gấp nhiều lần để cung cấp cho động cơ M quay theo chiều giảm(chiều ngược), kéo theo con trượt S chạy đến khi Ur ổn định (Ur=Urđm).

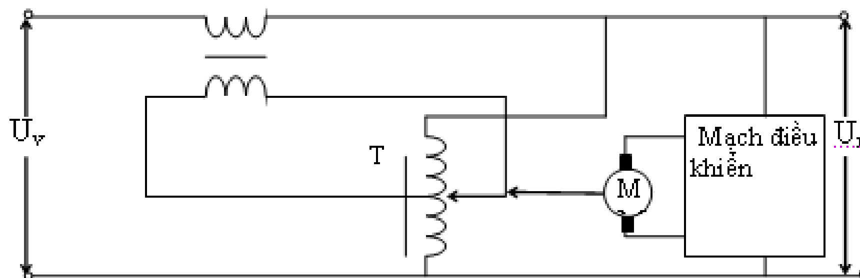
+Khi điện áp ra Ur giảm xuất hiện sự sai lệch điện áp là *D*U, sự sai lệch này được khuếch đại thành *D*U1 lớn gấp nhiều lần để cung cấp cho động cơ M quay theo chiều tăng (chiều thuận), kéo theo con trượt S chạy đến khi Ur ổn định (Ur=Urđm).

Ổn áp loại này có các ưu điểm: điện áp ra ổn định, làm việc tin cậy, dạng điện áp ra ít bị méo dạng, phạm vi thay đổi điện áp rộng, hiệu suất cao và rất tiện lợi khi chế tạo ở công suất nhỏ. Tuy nhiên nó có một số

nhược điểm là: cấu tạo khá phức tạp, do có hệ thống chổi than nên gây ồn khi làm việc và dễ sinh cháy nổ, do vậy loại này khó thực hiện ở công suất lớn và giá thành cao.

ỔN ÁP KIỂU BÙ

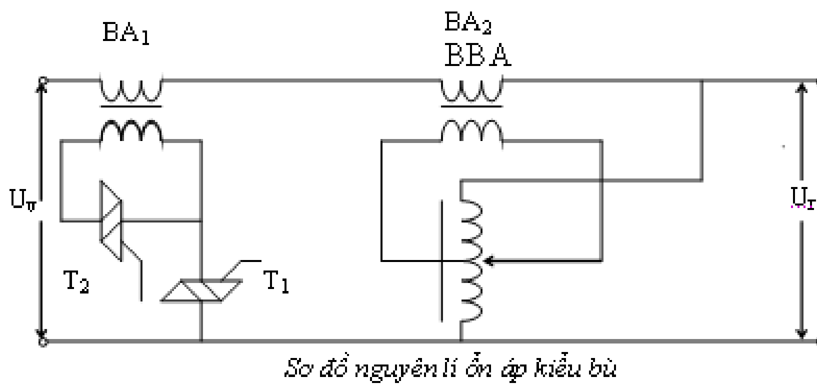
Nguyên lí làm việc của ổn áp kiểu bù tương tự như ổn áp kiểu servomotor. Hình 9-17 là sơ đồ nguyên lí của loại ổn áp kiểu bù.



Nguyên lí ổn áp kiểu bù

Mục đích của cuộn bù là bù thêm một lượng điện áp thích hợp để có điện áp ra ổn định. Phương trình cân bằng điện áp là: Uv= Ur + *D*Ub

Việc thay đổi lượng điện áp bù nhờ biến áp tự ngẫu. Mạch điều khiển có nhiệm vụ so sánh và khuếch đại điện áp ra thay đổi để điều khiển servomotor M theo hai chiều quay thuận hoặc quay ngược. Servomotor M lại điều khiển từ biến áp tự ngẫu T làm cho nó cung cấp một lượng điện áp có véc tơ dương hoặc âm cho biến thế B. Thứ cấp của B nối nối tiếp với mạch động lực giữa đầu vào và đầu ra.



Sơ đồ nguyên lí ổn áp kiểu bù

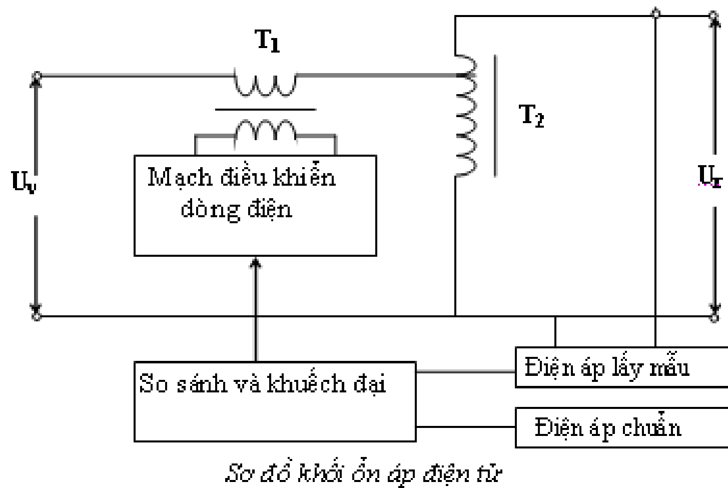
Thực tế điện áp lưới dao động từ Umin đến Umax nên thường phương án được đưa ra là bù một lượng DU và do một biến áp khác đảm nhiệm. Sơ đồ nguyên lí như hình 9-18. Khi có Uv nhỏ hơn một trị số điện áp đặt Uđ thì biến áp BA1 làm việc (Triac T1 dẫn, Triac T2 ngưng dẫn) bù một lượng điện áp DU do đó điện áp của biến áp BA2 luôn luôn lớn hơn Uđ. Khi điện áp Uv cao thì biến áp BA1 ngưng làm việc. Biến áp BA2 làm nhiệm vụ bù lượng điện áp DU để điện áp ra ổn định, việc bù này nhờ thay đổi Uđk theo vị trí chổi than con trượt của biến áp vi sai. Khi các biến áp BA1, BA2 không cần thiết phải bù thì thiết bị tự ngắt mạch sơ cấp của nó để tránh hiện tượng bão hòa mạch từ làm tăng tổn hao công suất.

Ưu điểm của ổn áp kiểu bù là chất lượng điện áp tốt ít bị méo dạng, độ tin cậy làm việc cao, các phần tử điều khiển lượng công suất bé(của BA1 và BA2) nên dễ chế tạo ổn áp ở công suất lớn, hiệu suất cao và giá hạ. Tuy nhiên loại này cũng tồn tại một số nhược điểm: khó chế tạo và thiết kế, sử dụng chổi than nên gây ồn và dễ cháy nổ, loại này thường được chế tạo với công suất lớn.

ỔN ÁP ĐIỆN TỬ

Ổn áp gồm một biến áp tự ngẫu T2 , cuộn dây bù điện áp T1 và mạch điều khiển là các linh kiện bán dẫn. Nguyên lí làm việc loại này tương tự loại servomotor, nhưng ở đây động cơ thừa hành servomotor và con chạy S được thay thế bằng mạch điều khiển dòng điện và cuộn dây bù điện áp

T1. Khi điện áp thay đổi, mạch điều khiển sẽ phân tích để bù lượng điện áp thích hợp đảm bảo điện áp ra ổn định. Hình 9-19 là sơ đồ nguyên lí của ổn áp điện tử.



Sơ đồ khối ổn áp điện tử

Ưu nhược điểm của ổn áp điện tử

Ngoài các ưu điểm đạt được như loại servomotor, loại này còn khắc phục được các nhược điểm là không gây ồn hoặc cháy nổ. Tác động rất nhanh , nhạy và khối lượng nhẹ.

Tuy nhiên nó cũng có các nhược điểm là khá phức tạp khi thiết kế, chế tạo mạch điều khiển, công suất chế tạo loại ổn áp này không lớn và giá thành sản xuất khá cao.

Máy ngắt điện cao áp
Phần này trình bày về: CHỨC NĂNG- PHÂN LOẠI- CÁCH LỰA CHỌN VÀ CẤU TRÚC của máy ngắt điện cao áp

MÁY NGẮT

Chức năng

Máy ngắt điện cao áp dùng để đóng, cắt mạch khi có dòng phụ tải và cả khi có dòng ngắn mạch.

Máy ngắt cao áp là cơ cấu đóng mở cơ khí có khả năng đóng, dẫn liên tục và cắt dòng điện trong điều kiện bình thường và cả trong thời gian giới hạn khi xảy ra điều kiện bất thường trong mạch (ví dụ như ngắn mạch). Máy ngắt được sử dụng để đóng mở đường dây trên không, các nhánh cáp, máy biến áp, cuộn kháng điện và tụ điện. Chúng cũng được sử dụng cho thanh góp, sao cho điện năng có thể được truyền từ một thanh góp này sang một thanh góp khác.

Máy ngắt được thiết kế đặc biệt dùng cho các nhiệm vụ đặc biệt như đường sắt, ở đó sử dụng lưới 16 $\frac{2}{3}$Hz, phải dập tắt hồ quang dài hơn (dài hơn nửa sóng).

Máy ngắt được sử dụng cho lò nung chảy có hoạt động thường xuyên thì yêu cầu lực tác động nhỏ hơn và dung lượng cắt thấp hơn. Do vậy chúng ít chịu mài mòn, mặc dù chế độ đóng mở cao và khoảng thời gian làm việc dài.

Yêu cầu với chúng phải cắt nhanh, khi đóng/cắt không gây nổ hoặc cháy, kích thước gọn nhẹ, giá thành hạ. Trong máy ngắt cao áp vấn đề dập tắt hồ quang khi cắt ngắn mạch rất quan trọng. Do vậy thường căn cứ phương pháp dập hồ quang để phân loại máy ngắt.

Ngắt dòng điện ngắn mạch là chế độ làm việc nặng nhất và cơ bản. Song qúa điện áp sinh ra khi ngắt dòng điện bé của máy biến áp không tải, ngắt dòng điện dung của đường dây dài và nhiều trường hợp khác cũng là điều kiện làm việc nặng nề cho cả hệ thống ngắt.

Trong nhiều trường hợp đại lượng quá điện áp được xác định bằng sự đặc biệt của kết cấu máy ngắt, cho nên các yêu cầu đối với máy ngắt cao áp hiện đại không giống như đối với một máy cách li dòng điện đơn giản mà phải yêu cầu như thiết bị ngắt mạch có dòng điện không làm nguy hại cho hệ thống và đảm bảo an toàn chắc chắn. Chế tạo máy ngắt nếu chỉ có tác dụng để ngắt dòng điện phụ tải thì đơn giản hơn.

Theo nguyên tắc hệ thống dẫn điện của máy ngắt nối tiếp với mạch điện của các thiết bị điện cao áp. Khi đó các bộ phận kết cấu cơ bản của máy ngắt cần phải chống sự tác động nhiệt, điện từ trong khi làm việc bình thường cũng như khi ngắn mạch phải chống trường tĩnh điện tác động vào cách điện lúc điện áp định mức và cả trong lúc quá điện áp. Trong quá trình làm việc của máy ngắt còn có những hiện tượng sinh ra thêm nhiều phụ tải nhiệt, cơ và điện tác động vào từng bộ phận riêng của kết cấu máy ngắt (sự cháy của hồ quang điện khi ngắt, sự tăng áp suất của chất khí và chất lỏng trong không gian công tác, các bộ phận cơ chuyển động với gia tốc lớn và nhiều những hiện tượng khác). Trong trường hợp các dự trữ kết cấu của máy ngắt qui định không tương ứng với điều kiện cho trước thì mỗi yếu tố đã kể có thể là nguyên nhân sinh hư hỏng từng bộ phận hay toàn bộ các phần của máy ngắt, dẫn tới phá hỏng sự làm việc bình thường của một khu vực trong hệ thống điện, nghĩa là dẫn tới sự cố. Máy ngắt phải tự động hạn chế sự cố trong hệ thống, nên các bộ phận kết cấu của nó phải tuyệt đối ổn định đối với tác động nhiệt và lực điện động, cũng như đối với tác động của điện áp ở mọi giá trị.

a) Yêu cầu chung đối với máy ngắt

a.1) Sự tương ứng của các đặc tính máy ngắt đối với những qui định cho trước của nó.

a.2) Tất cả các bộ phận kết cấu của máy ngắt trong thời gian vận hành phải làm việc.

Các yêu cầu chung đối với máy ngắt cao áp được nêu trong các tiêu chuẩn kĩ thuật khác nhau (như tiêu chuẩn Liên Xô cũ OCT 687-41 hay các tiêu chuẩn quốc tế :IEC, DIN VDE, ANSI).

b) Các yêu cầu đặc biệt khác

Ngoài những yêu cầu chung, trong các trường hợp riêng cũng có những yêu cầu đặc biệt đối với máy ngắt, phụ thuộc vào điều kiện riêng mà máy ngắt làm việc, như:

b.1) Khả năng làm việc ở vùng ẩm ướt, nhiều bụi bặm và có chất nổ.

b.2) Khả năng làm việc ở vùng rất cao hơn mặt biển.

b.3) Khả năng làm việc ở các thiết bị di động (đầu máy xe lửa điện, tàu thủy,...).

b.4) Thích hợp với điều kiện làm việc ở nhiệt độ rất thấp.

Do năng lượng ngày càng phát triển, và áp dụng các phương pháp hoàn chỉnh trong vận hành hệ thống điện nên máy ngắt là một trong những bộ phận quan trọng nhất của hệ thống yêu cầu nâng cao các chỉ tiêu kĩ thuật vận hành như: tăng dòng điện định mức, tăng công suất ngắt, nâng cao tác động nhanh, tác động nhanh nhiều lần của A B (đóng lặp lại tự động), tăng độ chống ăn mòn của các bộ phận cơ và của cách điện; vận chuyển, lắp ráp, vận hành thuận tiện, an toàn về nổ và hỏa hoạn,...

Trong khi thiết kế máy ngắt hiện đại cần đặc biệt lưu ý đến vấn đề nâng cao các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật, trọng lượng ít nhất trong một đơn vị công suất ngắt. Kết cấu của máy ngắt cần phải đơn giản, vững chắc, các chi tiết và các mối kết cấu trong tất cả các loại máy ngắt phải thống nhất và cần phải áp dụng các phương pháp gia công tiên tiến. Trong chế tạo sử dụng rộng rãi các nguyên liệu có tính cơ, tính điện, tính nhiệt cao và kinh tế nhất (các nguyên liệu tiếp điểm đặc biệt, đồ gốm có độ bền cao,...).

Phân loại

1. Máy ngắt nhiều dầu

Dầu vừa là chất cách điện đồng thời sinh khí để dập tắt hồ quang.

1. Máy ngắt ít dầu

Lượng dầu ít chỉ đủ sinh khí dập tắt hồ quang còn cách điện là chất rắn.

1. Máy ngắt không khí

Dùng khí nén để dập tắt hồ quang.

1. Máy ngắt tự sinh khí

Dùng vật liệu cách điện có khả năng tự sinh khí dưới tác dụng của nhiệt độ cao của hồ quang. Khí tự sinh ra có áp suất cao dập tắt hồ quang.

1. Máy ngắt điện từ

Hồ quang được dập trong khe hẹp làm bằng vật liệu rắn chịu được hồ quang, lực điện từ đẩy hồ quang vào khe.

1. Máy ngắt chân không

Hồ quang được dập trong môi trường chân không.

1. Máy ngắt SF6

Dùng khí SF6 để dập hồ quang.

Các thông số chính của máy ngắt

+ Uđm là điện áp dây lớn nhất mà máy ngắt có thể làm việc bình thường tin cậy trong thời gian dài.

Uđm xác kích thước lớn nhỏ của máy ngắt, có các cấp sau: 3, 6, 10, 15, 20, 35, 110, 220, 330, 500, 750kV. Bộ phận mang điện chịu được các cấp dòng điện: 32, 63, 100, 200,..., 25000A.

+ Iđm là dòng chạy lâu dài qua máy ngắt mà không làm quá nhiệt và không gây hư hỏng, (liên quan kích thước các chi tiết trong máy ngắt).

+ Iđđm là dòng ổn định động định mức.

+ Inhđm là dòng ổn định nhiệt tương ứng thời gian ổn định định mức tnh .

+ Icđm là dòng cắt định mức chính là dòng ngắn mạch ba pha hiệu dụng toàn phần lớn nhất máy ngắt có thể cắt được mà không gây hư hại gì cho máy ngắt. Icđm xác định từ thực nghiệm. Vì máy ngắt phải cắt một số lần liên tục nên thí nghiệm đòi hỏi phải cắt được dòng cắt định mức theo chu trình sau:

C - 180 - ĐC - 180 - ĐC (theo tiêu chuẩn Liên Xô cũ).

C-0,3-ĐC - 60 - ĐC (theo tiêu chuẩn IEC với máy ngắt SF6).

Với loại máy ngắt 550MHMe-1P/S là loại siêu cao áp dùng để nối đất tụ bù đường dây 500kV có chu trình thao tác đặc biệt: C- 0,15 - Đ- 4- C- 15 - ĐC.

Để xác định Icđm theo quy định có:

* C: kí hiệu máy ngắt tác động cắt khi tín hiệu tới từ các rơle.

*ĐC: thao tác đóng máy ngắt lúc ngắn mạch và sau đó lại cắt ra.

*Đ: thao tác đóng máy ngắt.

* 180, 0,15, 60,...:là khoảng thời gian giữa hai lần thao tác liên tục tính bằng giây (s).

Công suất cắt định mức Scđm= $\sqrt{3}$Uđm.Icgh

+ Icgh: dòng cắt lớn nhất cho phép khi U<Uđm.

+ ttđ: khoảng thời gian tính từ khi có tín hiệu ngắt đến thời điểm hồ quang bị dập tắt trên cả ba pha.

- Tác động nhanh ttđ= (0,02   0,06)s.

- Tác động trung bình ttđ = (0,15   0,1)s.

- Tác động chậm ttđ = (0,15   0,25)s.

Ngoài ra yêu cầu máy ngắt có khả năng đóng mạch ngay cả khi đang có dòng ngắn mạch mà các đầu tiếp xúc không hư hại gì.

Cách lựa chọn máy ngắt

Các điểm chính cần chú ý khi lựa chọn máy ngắt bao gồm:

- Điện áp làm việc cực đại tại nơi đặt.

- Độ cao của trạm so với mặt biển.

- Dòng điện làm việc cực đại tại nơi đặt.

- Dòng ngắn mạch cực đại tại nơi đặt.

- Tần số hệ thống.

- Khoảng thời gian tồn tại dòng ngắn mạch.

- Chu kì đóng mở.

- Các điều kiện làm việc đặc biệt và điều kiện khí hậu.

Các trị số định mức có thể được lựa chọn ở bảng 11.1 và 11.2.

Các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế quan trọng để đánh giá máy ngắt gồm:

IEC, DIN VDE, ANSI (American National Standards Institution-viện tiêu chuẩn quốc gia Mỹ). Tiêu chuẩn Liên Xô cũ OCT 687-41

Khi chọn cần phải dựa vào

+ So sánh các chỉ tiêu của các kiểu máy ngắt hiện có với những tham số cho trước.

+ Đánh giá khả năng thực tế và nguyên tắc ở kết cấu của kiểu được chọn với các đặc tính yêu cầu cho trước.

Dưới đây giới thiệu sự phân loại và một vài kinh nghiệm có tính chất định hướng theo sự đánh giá so sánh các kiểu máy ngắt cao áp điện xoay chiều. Về phương diện chọn kiểu người ta phân loại máy ngắt theo:

+ Theo loại môi trường dập hồ quang.

+ Theo cách dập hồ quang.

+ Theo phương pháp cách điện ở chỗ cao áp của các phần dẫn điện.

+ Theo điện áp định mức.

+ Theo dòng điện định mức.

+ Theo công suất ngắt định mức.

+ Theo quan hệ về kết cấu của bộ phận truyền động cơ khí của máy ngắt với truyền động.

+ Theo thang tác động nhanh.

+ Theo sự tiện lợi cho A B tức thời.

Ở bảng 11.1 giới thiệu sự phân loại máy ngắt theo loại môi trường dập hồ quang và theo cách dập hồ quang. Bảng 11.2 giới thiệu các đặc điểm ưu và khuyết của các kiểu máy ngắt ở một số các thang điện áp khác nhau.

Theo điện áp định mức ngắt có thể chia ra làm hai nhóm chính.

- Máy ngắt điện áp 35kV và cao hơn là máy ngắt trạm biến áp.

- Máy ngắt điện áp 20kV và thấp hơn là máy ngắt máy phát.

Máy ngắt trạm biến áp là nhóm lớn, thường dòng điện định mức tới hơn 2000A. Với loại này yêu cầu khả năng ngắt rất cao (tới hơn 20.000 MVA) tác động nhanh, tiện lợi đối với A B tức thời và nhiều đặc tính khác.

Máy ngắt trạm biến áp sử dụng ưu việt các loại máy ngắt sau:

+ Máy ngắt không khí (máy ngắt không khí trụ).

+ Máy ngắt ít dầu.

+ Máy ngắt nhiều dầu.

Hiện nay phổ biến máy ngắt kiểu mới SF6, khí elegas (SF6) có khả năng dập hồ quang rất cao, được sử dụng làm môi trường dập hồ quang. Kiểu máy ngắt này có những đặc tính kĩ thuật vận hành và kinh tế kĩ thuật cao.

Từ đó so sánh các tham số ở bảng 11.1, 11.2, và theo tài liệu hiện có đi đến kết luận máy ngắt không khí ưu việt hơn các máy ngắt khác, đặc biệt đối với máy ngắt có điện áp định mức 110kV và cao hơn.

Ở các trạm sự cần thiết để có khí nén cho máy ngắt không khí làm việc không nên cho rằng đó là nhược điểm, vì trong các trạm phân phối điện cao áp hiện đại hệ thống các máy ngắt, các cầu dao điều khiển bằng hơi là hợp lí nhất, hoàn chỉnh và thuận tiện nhất cho việc tự động hóa.

Tuy thế, đòi hỏi gia công chính xác, nên giá thành máy ngắt không khí cao hơn máy ngắt ít dầu khi cùng một chỉ tiêu trọng lượng.

Ứng dụng máy ngắt ít dầu về mặt kĩ thuật và kinh tế cho những nơi kém quan trọng hơn của hệ thống điện, ở đây các yêu cầu về trị số công suất ngắt, những đặc tính vận hành khác (tác động rất nhanh, A B tức thời, nhiều lần, ngắt một cách tin cậy dòng điện điện dung nhỏ, khả năng thường xuyên kiểm tra và thay đổi hệ thống tiếp xúc,...) có thể ít hơn.

Bảng 1: Phân loại máy ngắt theo môi trường dập và cách dập hồ quang

				Các tham số định hướng		
Loại môi trường dập hồ quang.	Cách dập hồ quang	Kiểu thiết bị dập hồ quang	Kiểu máy ngắt	Điện áp định mức [kV]	Dòng điện định mức [A]	Công suất ngắt đ mức [MVA]
	Dập hồ quang ở trong dầu	Tiếp xúc đứt quãng đơn giản trong dầu	Bình dầu	10	1500	50
Dầu	Làm lạnh	buồng có bộ	Bình dầu	35110330	200020002000	1000520025000

	ráo riết thân hồ quang trong buồng	phận thổi dọc hay ngang trong dầu.	cả buồng dập hồ quang			
	của sản phẩm tạo thành khí tách rời từ		ít dầu	1035110330	1500150020002000	30010002500100
	dầu (hỗn hợp khí hơi)	bức phên dập hồ quang	ít dầu kiểu chậu	15(20)	6000	2500
Chất lỏng không cháy	Làm lạnh ráo riết thêm hồ quang	buồng có bộ phận thổi trong nước	ít nước	15	600	300
(nước)	trong luồng hơi nước	bức phên dập hồ quang	nước kiểu chậu	15	2000	1500
Chất rắn sinh ra khí	Làm lạnh ráo riết thân hồ quang trong luồng của sản phẩm tạo thành khi tách ra từ chất rắn sinh ra khí.	Buồng có bộ phận thổi dọc hay ngang	Tự động khí	10	600	300
Không khí nén	Làm lạnh ráo riết	Buồng thổi không	Không khí (không	1035110400	2000200020002000	30001500500025

	thân hồ quang trong luồng	khí dọc	khí trục)			
	không khí nén	hay ngang	Tự động điều khiển bằng hơi	10	400	2550
		Buồng thổi dọc có shun bằng điện trở nhỏ.	Không khí có shun bằng điện trở thấp .	15	12000	4000
Không khí và mặt phẳng làm lạnh của các thành buồng	Chuyển dịch bằng từ trường ngang và làm lạnh thêm hồ quang trong khe hẹp của buồng.	Buồng kiểu khe với hệ thống từ trường thổi.	Không khí điện từ với buồng có khe.	15	4000	7500
Không khí và mặt phẳng làm lạnh các điện cực.	Chia thân hồ quang ra nhiều phần liên tiếp bởi chuyển dịch bằng từ trường.	Buồng với sự làm lạnh bằng lưới với hệ thống từ trường thổi.	Không khí điện từ với những tấm lưới dập hồ quang.	15	2000	1000
Khí ele gas(SF6)	Làm lạnh thêm	Buồng thổi elegas	elegas	380 và cao hơn	2000và cao hơn	40000và cao hơn

	hồ quang trong luồng khí elegas.	dọc hay ngang				
Chân không	Phân tách thêm hồ quang trong chân không	Chân không dập hồ quang	Chân không	110 và cao hơn	600	250

Bảng 2: So sánh về chất lượng các kiểu máy ngắt

Kiểu máy ngắt và điện áp định mức (1)	Các ưu việt cơ bản(2)	Các nhược điểm cơ bản(3)
Bình dầu có buồng dập hồ quang điện áp 110kV và cao hơn	1. Cơ cấu tương đối đơn giản.2. Có khả năng đặt máy biến dòng ở bên trong.3. Năng lực ngắt cao.4. Thích hợp với các trạm ngoài trời.	1. Không an toàn về hỏa hoạn và phát nóng2. Cần thiết kiểm tra thường xuyên trạng thái dầu trong bình và trong các sứ vào cao áp.3. Khối lượng dầu lớn yêu cầu thời gian khá dài để kiểm tra buồng dập hồ quang và hệ thống tiếp xúc. Thời gian thay dầu lớn.4. Trong trạm biến áp cần thiết phải dự trữ dầu nhiều và các trang bị lọc dầu rất qui mô.5. Thực tế không thích hợp với các trạm trong nhà máy.6. Ít thích hợp cho A B tức thời nhiều lần trong chu trình.7. Các tiếp xúc dập hồ quang khá lớn.8. Chi phí nhiều cho sản xuất bình dầu.9. Trọng lượng lớn không thuận tiện cho chuyên chở lắp ráp.10. Không có khả năng tạo thành thể thống nhất với sự áp dụng những hệ thống lớn.
Máy ngắt ít dầu 35 kV	1. Khối lượng dầu không lớn.2. Trọng lượng tương đối nhẹ.3. Cơ cấu rất đơn giản so với máy ngắt không khí4. Giá thành tương đối thấp.5. Thích hợp cho các trạm trong nhà và ngoài trời.6. Nhẹ	1. Không an toàn về hỏa hoạn và phát nổ, nhưng ít hơn ở các máy ngắt trên.2. Thực hiện A B tức thời nhiều lần phức tạp.3. Thực hiện lọc lại dầu khó.4. Sự cần thiết kiểm tra, và thay đổi thường xuyên dầu trong bình dập hồ

và cao hơn.	hơn máy ngắt kiểu bình dầu ở điện áp 35 kV và cao hơn.7. Có khả năng tạo thành một thể thống nhất.	quang.5. Các tiếp xúc dập hồ quang tương đối lớn.6. Không thích hợp với trường hợp ngắt thường xuyên.7. Đặt máy biến dòng bên trong khó khăn.8. Năng lực ngắt giới hạn tương đối kém.
Máy ngắt không khí 35 kV và cao hơn.	1. An toàn về hỏa hoạn và phát nổ.2. Tác động nhanh và thích hợp cho A ΠB trong bất kì chu trình nào.3. Năng lực ngắt cao.4. Ngắt dòng điện điện dung của đường dây không tải vững chắc.5. Các tiếp xúc dập hồ quang mòn ít.6. Thiết bị dập hồ quang dễ tiếp xúc và sự kiểm tra chúng đơn giản.7. Trong vận hành không phải tiêu tốn dầu cho máy ngắt.8. Trọng lượng tương đối nhẹ (so sánh với máy ngắt kiểu bình dầu).9. Có khả năng tạo thành một loạt với những mối thống nhất lớn. FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. Thích hợp cho cả trạm ngoài trời và trong nhà.	1. Ở trạm biến áp cần thiết phải có các thiết bị nén và lọc không khí.2. Cơ cấu chi tiết và các khâu tương đối phức tạp, mức độ chính xác gia công cao.3. Giá thành tương đối cao.4. Đặt máy biến dòng bên trong khó khăn.
Máy ngắt kiểu tự động khí.	1. Hoàn toàn an toàn về hỏa hoạn và phát nổ.2. Không cần dầu do đó việc vận hành đơn giản.	1. Giới hạn phía trên của điện áp định mức bị hạn chế (bé hơn 15kV).2. Mòn các bộ phận sản ra khí nên thay đổi đặc tính của thiết bị dập hồ quang do đó phải kiểm tra trạng thái thiết bị dập hồ quang.3. Các tiếp xúc dập hồ quang mòn nhiều.4. Không phù hợp với trạm ngoài trời.
Máy ngắt kiểu điện từ.	1. Hoàn toàn an toàn về hỏa hoạn và phát nổ.2. Mòn các tiếp xúc dập hồ quang và các bộ phận công tác của thiết bị dập hồ quang.3. Phù hợp với trạm ngắt thường xuyên.4. Năng lực ngắt khá cao.	1. Cơ cấu thiết bị dập hồ quang với hệ thống từ thổi tương đối phức tạp.2. Giới hạn phía trên của điện áp định mức bị hạn chế (không quá 20-35 kV).3. Sự phù hợp với trạm ngoài trời hạn chế.

Theo các tham số cơ bản (điện áp định mức, dòng điện, công suất ngắt) máy ngắt kiểu bình dầu ngang hàng với máy ngắt không khí đặc biệt là sau khi kết cấu máy ngắt kiểu bình dầu có nhiều cải tiến.

Tuy vậy đặc tính vận hành của máy ngắt dầu trong nhiều trường hợp thua máy ngắt không khí, thí dụ như không an toàn về hỏa hoạn và phát nổ. Cho nên máy ngắt kiểu này chưa được phát triển nhiều trong sản xuất và sử dụng trong vận hành trạm và hệ thống điện, đặc biệt cho điện áp 110 kV và cao hơn.

Nhóm máy ngắt máy phát có đặc điểm là dòng điện định mức (bé hơn 12000A), công suất ngắt định mức rất lớn (tới hơn 4000 MVA) cũng như dòng điện ngắt giới hạn lớn (tới hơn 100 - 150 kA).

Máy ngắt máy phát sử dụng máy ngắt ít dầu kiểu chậu và máy ngắt không khí (không khí trụ) là ưu việt hơn cả. Về nguyên tắc mà nói cũng có thể có khả năng chế tạo máy ngắt máy phát cho tham số trung bình, trên cơ sở của nguyên tắc dập hồ quang bằng điện từ (cùng với buồng có khe hay cùng với tấm lưới).

Hiện nay máy ngắt nhiều dầu không áp dụng làm máy ngắt máy phát.

Máy ngắt ít dầu kiểu chậu về nguyên tắc cũng có thể chế tạo với dòng điện định mức và công suất định mức rất lớn, có thể đạt tới giá trị lớn (hơn 2500 MVA). Song đặc tính vận hành của máy ngắt kiểu này kém máy ngắt không khí.

Nhiệm vụ sản xuất máy ngắt máy phát với tham số thật cao (dòng điện hơn 12.000A, công suất ngắt hơn 4000 MVA) đặc biệt khó khăn. Trong trường hợp này máy ngắt không khí có điện trở nhỏ dập hồ quang bên trong là phù hợp hơn cả.

Chúng ta sẽ rõ ở các chương sau, nhờ áp dụng điện trở shun nhỏ dập hồ quang trong quá trình ngắt, máy ngắt có thể dễ dàng dập tắt hồ quang lớn, mặc dù tần số của điện áp phục hồi rất lớn đối với các máy phát của hệ thống điện.

Máy ngắt với điện áp định mức đến 15 kV, dòng điện định mức đến 1500 A, với công suất ngắt định mức đến 400 - 500 MVA được xem là máy ngắt cung cấp.

Tất cả các kiểu máy ngắt kể trên đều nằm trong nhóm máy ngắt cung cấp:

a) Bình dầu có khoảng ngắt đơn giản.

b) Bình dầu có buồng dập hồ quang.

c) Ít dầu (trong đó có kiểu chậu).

d) Ít chất lỏng không cháy.

đ) Tự sản khí.

e) Không khí.

g) Tự động điều chỉnh bằng hơi.

1. Không khí dập hồ quang bằng điện từ.
2. Máy ngắt chân không.

Máy ngắt cung cấp có rất nhiều kiểu nhiều vẻ khác nhau cho nên rất khó đánh giá và lựa chọn. Trong khi giải quyết nhiệm vụ này cần phải chú ý đến hàng loạt suy luận. Trước hết cần phải biết máy ngắt có thể có tác dụng cho thiết bị không chỉ ở nhà máy điện mà cả ở các trạm biến áp của hệ thống lớn, nhưng chủ yếu là ở các thiết bị công nghiệp năng lượng của nhà máy xí nghiệp khai thác mỏ, hầm mỏ, nơi khai thác than bùn, công nghiệp khai thác dầu,..., cũng như trong mạng lưới nông nghiệp. Cho nên kết cấu máy ngắt này cần phải hết sức đơn giản, vững chắc trong vận hành, thuận tiện trong lắp ráp. Sản xuất máy ngắt như thế phải hàng loạt, giá thành thấp.

Trong khi chọn kiểu cần phải tính đến chỗ định đặt máy ngắt đang thiết kế. Trước hết, máy ngắt cung cấp có thể đặt ở trạm phân phối ngoài trời của nhà máy điện và trạm biến áp, ở trạm phân phối có tủ, ở mạch mở động cơ, ở các trạm biến áp của mạng lưới công suất nhỏ, ở các trạm biến áp nông nghiệp kiểu ngoài trời và các trạm biến áp ngầm của hầm mỏ,...Trong nhiều trường hợp máy ngắt cần phải đảm bảo đóng ngắt nhiều lần trong thời gian một ngày đêm (ví dụ máy ngắt thiết bị lò điện).

Điều kiện làm việc khác nhau dẫn đến cần thiết sử dụng tất cả các kiểu máy ngắt đã kể. Kinh nghiệm cho thấy rằng, hiện nay máy ngắt ít dầu và máy ngắt hồ quang bằng điện từ là vạn năng và hoàn chỉnh. Càng cải tiến kết cấu và vật liệu cách điện mới vững bền hơn máy ngắt điện từ được ứng dụng một cách khá ưu việt.

Cần phải đưa máy ngắt phụ tải vào nhóm đặc biệt chúng khác với máy ngắt cao áp bình thường là ở công suất ngắt nhỏ, nhờ đó kết cấu đơn giản hơn, trọng lượng và giá thành thấp hơn. Máy ngắt phụ tải cùng với cầu chì trong quan hệ đóng ngắt bằng giá máy ngắt cung cấp. Do có lợi về kinh tế máy ngắt phụ tải được sử dụng rộng rãi.

Các kiểu máy ngắt được sử dụng một cách ưu việt cho máy ngắt phụ tải gồm:

a) Tự sản khí.

b) Tự động điều khiển bằng hơi.

c) Điện từ.

Máy ngắt chân không cũng đã được áp dụng trong sản xuất.

Sơ đồ kết cấu của máy ngắt

Mỗi kiểu máy ngắt có thể được thực hiện với nhiều phương án kết cấu khác nhau, nhưng mỗi phương án trình bày dưới dạng một sơ đồ biểu hiện các đặc điểm chính của kết cấu đó. Sơ đồ kết cấu cần phải thể hiện:

+ Số lượng khoảng ngắt dòng điện trong mỗi pha, cách bố trí tương hỗ của tiếp điểm.

+ Số lượng, vị trí và cách bố trí tương hỗ của thiết bị dập hồ quang.

+ Kết cấu của mạch dẫn điện và cách bố trí tương hỗ của các bộ phận dẫn điện.

+ Phương pháp cách điện các bộ phận kết cấu có điện thế khác nhau và các phần nối đất.

a) b) c) Hình 11-1Sơ đồ kết cấu của các máy ngắt nhiều dầua) Một bình với khoảng ngắt đơn giản trong dầu.b) Máy ngắt kiểu ba bình (một cực) bình tròn với mỗi cực có hai buồng dập hồ quang.c) Máy ngắt kiểu ba bình (một cực) với mỗi cực có hai buồng dập hồ quang.Hình 11-2: Sơ đồ kết cấu của máy ngắt ít dầua) Mỗi cực có một khoảng ngắt trong bình kim loại, dùng cho thiết bị treo tường.b) Một cực có một khoảng ngắt trong bình sứ với máy biến dòng trong sứ xuyên, dùng cho thiết bị treo trên tường.c) Mỗi cực có hai khoảng ngắt dập hồ quang trong các bình kim loại, có hệ thống tiếp điểm chính và dập hồ quang với bộ truyền động cơ khí đặt trong khung đỡ.d) Mỗi cực có một khoảng ngắt trong bình sứ, với máy biến dòng trong sứ xuyên và truyền động cơ khí đặt trong khung treo.đ) Mỗi cực có một khoảng ngắt trong bình cách li có dao cách li ngoài, truyền động cơ khí đặt trong khung đỡ.e) Hai buồng dập hồ quang đặt nghiêng trên một sứ đỡ.g) Mỗi cực có một khoảng ngắt trong bình sứ với sứ đỡ để đầy dầu.h) Mỗi cực có một khoảng ngắt trong bình sứ thiết bị dập hồ quang và truyền động cơ khí cùng đặt trong sứ đỡ.

+ Cách bố trí định hướng các trụ kim loại, các bình dầu, các bình nén không khí, các thiết bị thải khí,...

+ Cấu trúc và bố trí truyền động cơ khí.

+ Cách bố trí tương hỗ của máy ngắt và truyền động.

Một số sơ đồ kết cấu máy ngắt chính giới thiệu ở các hình 11-1, 11-2, 11-3 và 11-4.

Chúng ta sẽ nghiên cứu đặc tính đặc biệt của một số kết cấu máy ngắt.

a) Trong kết cấu máy ngắt ít dầu với bình cách li, khi ở vị trí ngắt các tiếp điểm dập hồ quang còn lại trong dầu nối tiếp với khoảng ngắt dập hồ quang (nghĩa là khoảng ngắt được hình thành ở trong dầu) do tách dao cách li phụ đặc biệt, tạo thành đứt quãng trong không khí (xem hình 11-2).

Nhờ vậy cách điện của dụng cụ dập hồ quang được bỏ đi. Ở trong những máy ngắt này chỉ cho phép không dùng dao cách li trong trường hợp khi số lượng dầu đầy đủ trong bình dập hồ quang và dầu không mất tính cách điện.

b) Hình dạng và cách bố trí các bộ phận cách điện nằm trong dầu sao cho không có sự liên tục ngang của các bề mặt để các phần tử than nhỏ hình thành trong dầu có thể lắng xuống bề mặt đó để tạo thành con đường

phóng điện theo bề mặt. Loại phóng điện như vậy thường dẫn đến sự cố nặng.

c) Trong các máy ngắt không khí (áp lực không khí có tác dụng đối với A B tức thời) sử dụng truyền động khi đặt trực tiếp ở bên trong dụng cụ dập hồ quang. Như thế trong nhiều trường hợp cần thiết có dao cách li gắn liền, nhờ nó sau khi dập tắt hồ quang tạo thành khoảng ngắt phụ (ở ngoài hay trong không khí nén).

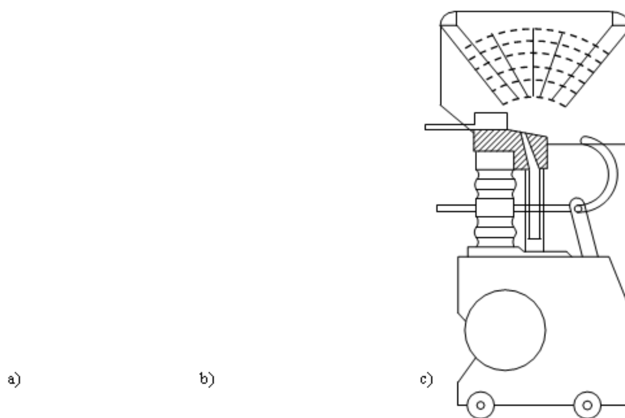
Trong máy ngắt không khí có các bộ phận trung gian của quan hệ động giữa tiếp điểm dập hồ quang và bộ phận làm việc của truyền động làm máy ngắt loại này mất tính chất tác động nhanh.

d) Sơ đồ kết cấu máy ngắt đặt trong trạm phân phối điện có tủ (KPY) cần phải đảm bảo quan hệ giữa kết

cấu máy ngắt với các bộ phận còn lại của mạch là có lợi nhất, thường máy ngắt như thế có truyền động gắn liền trực tiếp, đảm bảo kiểm tra và sửa chữa thuận tiện trong quá trình vận hành và thay đổi máy ngắt.

Hình 11-4a,b cho cấu trúc cơ bản của máy ngắt cao áp SF6. Những bộ phận chính gồm: cơ cấu tác động, sứ cách điện, buồng ngắt, tụ điện và điện trở. Máy ngắt cao áp được chế tạo theo nguyên lí mođun. Số lượng buồng ngắt tăng theo điện áp và khả năng cắt. Buồng dập hồ quang tự thổi cần ít năng lượng hoạt động, được sử dụng cho điện áp đến 170kV và dòng điện cắt đến 40kA.

Máy ngắt một buồng được sử dụng cho điện áp tới 300kV và dòng cắt tới 50kA. Máy ngắt nhiều buồng được sử dụng cho dòng điện cao đến 80kA và điện áp 300 kV.



***Hình 11-3**: Sơ đồ của cơ cấu các máy ngắt không khí trạm trong nhà điện áp 6 đến 20kV*

a) Một khoảng ngắt dập hồ quang trong buồng thổi dọc, truyền động gắn liền tác động hai phía, dùng cho thiết bị treo trên tường.

b) Hai khoảng ngắt song song dập hồ quang cho mỗi cực, một trong hai khoảng ngắt đó được san bằng điện trở dập hồ quang với buồng thổi dọc, truyền động đặt bên trong, có dao cách li lắp kèm.

c) Một khoảng ngắt cho mỗi cực trong buồng thổi không khí ngang, với truyền động gắn liền tác động hai phía.

Hình 11-4: Sơ đồ kết cấu các máy ngắt không khí trạm ngoài trời điện áp 110kV

a) Hai khoảng ngắt đặt đứng cho mỗi cực, với sự chuyển động không khí một cách trình tự vào các buồng và dao cách li ở bên ngoài.

b) Hai khoảng ngắt cho mỗi cực, với cách đặt đứng các buồng dập hồ quang và dao cách li chìm trong không khí nén.

c) Hai quãng đứt cho mỗi cực, với cách đặt đứng các buồng dập hồ quang nằm ngang, sự chuyển không khí song song vào các buồng, không có dao cách li.

1. Hai khoảng ngắt dập hồ quang đặt trong buồng có thể tích lớn chứa đầy không khí nén cho mỗi cực, không có dao phân li.

Bảng 3: Các trị số định mức phối hợp của máy ngắt (theo IEC và DIN VDE)

Điện ápĐịnh mức[kV]	Dòng cắt ngắn mạch định mức.[kA]	Dòng điện định mức[A]
1	2	3 4 5 6 7 8
123	12,5202540	800 12501250 1600 20001250 1600 20001600 2000
145	12,5202531,54050	800 1250 1250 1600 20001250 1600 2000 1600 2000 31501600 2000 31502000 3150
170	12,52031,54050	800 12501250 1600 20001250 1600 2000 1600 2000 31501600 2000 31502000 3150
245	2031,54050	1250 1600 20001250 1600 20001600 2000 31502000 3150
300	162031,550	1250 1600 1250 1600 20001250 1600 2000 31501600 2000 3150
362	2031,540	20001600 2000 2000 3150
420	2031,54050	1600 20001600 20001600 2000 31502000 3150 4000
525	40	2000 3150
765	40	2000 3150

Bảng 4: Các trị số phối hợp của máy ngắt (theo ASNI C37.06.1979)

Điện áp định mức[kV]	Điện áp định mức max[kV]	Dòng điện cắt ngắn mạch định mức [kA]	Dòng điện định mức[A]
34	38	22	1200
69	72,5	37	2000
115	121	204063	1200 1600 2000 3000

			3000
138	145	20406380	1200 1600 2000 3000 2000 30003000
161	169	1631,54050	1200 1600 2000 2000
230	245	31,54063	1600 2000 3000 2000 30003000
345	362	40	2000 3000
500	550	40	2000 3000
700	765	40	2000 3000

Với điện áp đến 550kV và dòng điện cắt 63kA thì máy ngắt có hai buồng. Với điện áp và dung lượng lớn hơn số lượng buồng tăng thành bốn.

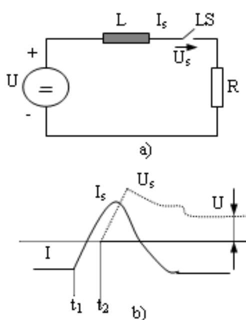
Với các điện áp thấp hơn và tự đóng lại ba pha, ba cực thường được lắp trên khung chung. Máy ngắt có bố trí một cực và có cơ cấu tác động được điều khiển riêng cho mỗi cực thường được sử dụng đối với điện áp 245kV và cao hơn. Máy ngắt cao áp có thể được lắp trên xe bánh xích hoặc bánh đặc.

NGUYÊN LÍ CẮT VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN ĐÓNG CẮT KHẮC NGHIỆT

Dập hồ quang

Quá trình dập tắt hồ quang có thể theo hai dạng cơ bản sau:

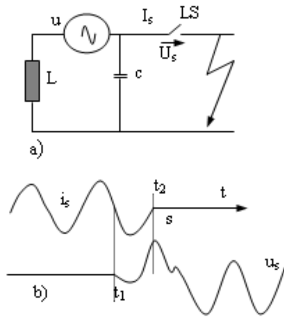
1. Dập tắt hồ quang một chiều (hình 11-5)



Hình 11-5: Dập hồ quang điện một chiều
a) Mạch tương đương đơn giản,
b) Đường cong dòng điện I_s và điện áp hồ quang U_s ; t_1 thời điểm bắt đầu ngắn mạch; t_2 thời điểm tách rời

Hồ quang một chiều chỉ có thể dập tắt được bằng cách cưỡng bức dòng điện qua không. Điều đó có nghĩa là điện áp hồ quang Us phải cao hơn điện áp hiện diện ở máy ngắt (hình 11-5a). Có thể tạo nên điện áp hồ quang đủ lớn bằng các phương tiện hợp lí, chỉ có trong các mạch một chiều hạ áp và trung áp (máy ngắt thổi từ). Để dập tắt hồ quang một chiều trong mạch cao áp một chiều, điện áp phải được hạ thấp một cách tương ứng hoặc phải tạo nên dòng điện về "không" nhân tạo bằng cách thêm mạch cộng hưởng vào.

1. Dập tắt hồ quang xoay chiều (hình 11-6)

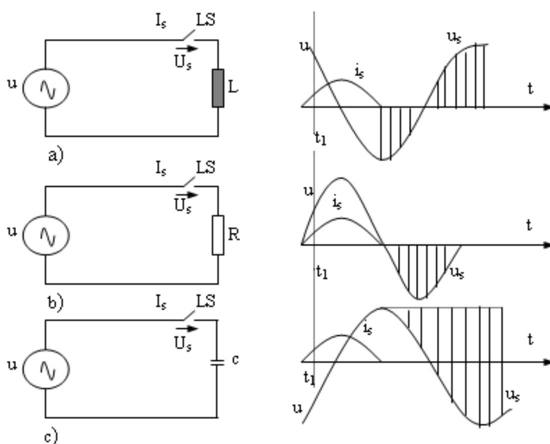


Hình 11-6: Dập hồ quang điện xoay chiều a) Mạch tương đương đơn giản hóa, b) Các đường cong dòng ngắn mạch I_s và điện áp U_s: t_1 thời điểm tiếp xúc dời, t_2 thời điểm dập tắt hồ quang, S- Tốc độ tăng điện áp phục hồi

Hồ quang xoay chiều có thể dập tắt mỗi khi dòng điện qua không. Ở mạch cao áp nếu không có các biện pháp bổ xung, hồ quang cháy lại sau khi dòng điện qua không.

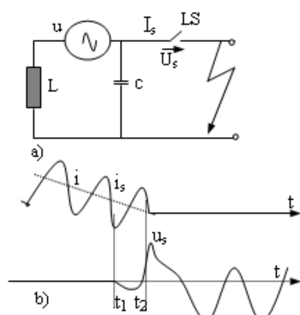
Ở các máy ngắt cao áp, plasma của hồ quang được làm mát tăng cường trong buồng dập hồ quang và do đó làm giảm điện dẫn của chúng ở dòng điện không, nhờ vậy điện áp phục hồi không đủ để cháy lại.Hình 11-7 minh họa các điện áp trên máy ngắt.

Khi ngắt tải điện cảm (hình 11-7a), điện áp máy ngắt dao động đến giá trị đỉnh của điện áp phục hồi. Máy ngắt phải có khả năng chịu đựng tốc độ tăng của điện áp phục hồi và giá trị đỉnh của nó. Một khi hồ quang bị dập tắt, cường độ điện môi giữa các tiếp điểm phải lớn hơn độ tăng điện áp phục hồi để đề phòng hồ quang cháy lại. Khi ngắt tải thuần trở (hình 11-7b) thì dòng điện bằng không và điện áp bằng không trở về đồng thời. Điện áp phục hồi ở máy ngắt tăng theo hình sin với tần số làm việc. Khe hở giữa các tiếp điểm có đủ thời gian để phục hồi cách điện. Khi đóng cắt tải điện dung (hình 11-7c), sau khi ngắt dòng điện thì điện áp nguồn (đầu cuối máy ngắt) dao động theo tần số hệ thống giữa Um, trong khi ở đầu máy ngắt phía tụ điện vẫn được nạp ở +Um.

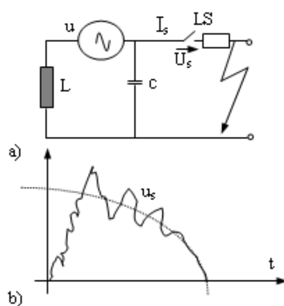


Hình 11-7: Điện áp phục hồi U_s khi ngắt mạch điện a)Tải điện cảm, b)Tải điện trở, c)Tải điện dung

Các điều kiện đóng cắt khắc nghiệt



Hình 11-8: Ngắn mạch đầu cực
a) Mạch tương đương đơn giản hóa. b) Các đường cong điện áp phục hồi U_s và dòng điện I_s; 1. Thành phần một chiều tắt dần



Hình 11-9: Ngắn mạch gần
a)Mạch tương đương đơn giản hóa
b)Điện áp phục hồi U_s qua máy ngắt
1.Đường dây, 2. Hình răng cưa của U_s

Tùy theo vị trí đặt, máy ngắt phải chịu đựng hàng loạt các điều kiện khác nhau, do vậy cần đặt ra những yêu cầu khác nhau đối với máy ngắt.

a) Ngắn mạch đầu cực (dòng ngắn mạch đối xứng) hình 11-8.

Ngắn mạch đầu cực là ngắn mạch ở phía tải ngay sát đầu cực máy ngắt. Dòng ngắn mạch là đối xứng nếu sự cố xảy ra ở thời điểm điện áp cực đại.

Điện áp phục hồi trở lại giá trị điện áp điều khiển. Độ tăng và biên độ điện áp quá độ được xác định bằng các thông số lưới. Các trị số sử dụng để thử nghiệm được cho trong IEC 56/VDE 0670.

b) Ngắn mạch đầu cực (dòng ngắn mạch không đối xứng)

Cộng thêm vào dòng ngắn mạch đối xứng có thành phần một chiều cũng bị ngắt. Độ lớn của nó phụ thuộc vào thời gian mở cơ cấu của máy ngắt. Thành phần một chiều của dòng ngắn mạch phụ thuộc vào thời điểm bắt đầu ngắn mạch (cực đại ở điện áp không) và hằng số thời gian của các thành phần phía nguồn cung cấp như máy phát, máy biến áp, cáp và đường dây cao áp (IEC và DIN VDE qui định hằng số thời gian là 45ms. Điều đó có nghĩa là thành phần một chiều bằng khoảng chừng 40% ¸50% đối với thời gian mở thông thường của máy ngắt ngoài trời loại hiện đại SF6).

c) Ngắn mạch gần (hình 11-9)

Hình 11-10:Đóng mở không trùng phaa) Mạch tương đương đơn giản hóa

1. Ứng suất điện áp trên máy ngắt Hình 11-11: Ngắt dòng điện điện cảm nhỏ

1. Mạch tương đương đơn giản hóa
2. Các đường cong dòng điện và điện áp với dòng điện bị băm không cháy lại
3. Đường cong điện áp ứng với cháy lại

Là ngắn mạch trên đường dây trên không không xa máy ngắt (khoảng vài kilômét). Nó gây ra ứng suất đặc biệt nghiêm trọng cho máy ngắt bởi vì hai điện áp quá độ xếp chồng lên nhau (điện áp quá độ của lưới đường dây cung cấp và điện áp quá độ của phía đường dây). Ảnh hưởng tích lũy là bước tăng điện áp chỉ làm giảm dòng ngắn mạch một ít. Khoảng cách tới hạn của ngắn mạch phụ thuộc vào dòng điện, điện áp và môi trường dập hồ quang.

d) Đóng mở không trùng pha (hình 11-10)

Ứng suất điện áp (tần số nguồn) rất lớn nếu góc pha của các hệ thống ở phía máy ngắt khác nhau (các thành phần hệ thống tách rời hoặc các máy ngắt của máy phát điện hòa đồng bộ không chính xác).

e) Ngắt dòng điện điện cảm nhỏ (hình 11-11)

Tùy theo cấu hình lưới, việc ngắt mạch dòng điện cảm nhỏ như các cuộn kháng điện hoặc dòng từ hóa máy biến áp có thể làm điện áp phục hồi tăng nhanh và gây quá điện áp do kết quả của dòng điện băm (dập tắt cưỡng bức) trước khi chuyển mạch qua điểm không tự nhiên (các mạch thử nghiệm vẫn còn đang được thảo luận trong IEC và DIN VDE bởi vì quá điện áp phụ thuộc rất nhiều vào các tính chất riêng của tải điện cảm).

f) Đóng cắt dòng điện dung (hình 11-12)

Tình huống này tuy không tạo nên ứng suất nghiêm trọng nhưng nói chung máy ngắt cho phép tránh bị hồ quang cháy lại. Tuy nhiên về lí thuyết sự cháy lặp lại có thể làm tăng ứng suất tạo nên nhiều giá trị đỉnh của điện áp.

1. Đóng cắt đường dây không tải và cáp

Điện dung trên một đơn vị chiều dài đường dây hoặc cáp tạo nên các điều kiện tương tự như đóng cắt tụ điện.

Hình 11-12: Đóng cắt dòng điện điện dung Hình 11-13: Ứng suất tiếp điểm khi nối a)Mạch tương đương đơn giản hóa. mạch điện cảm.b)Các đường cong dòng điện và điện áp a) Có hồ quang trướcc)Các đường cong dòng điện và điện áp khi b)Không có hồ quang trướcxảy ra cháy lại hồ quang

Các ứng suất trên tiếp điểm khi nối mạch điện cảm (hình 11-13).

Việc đóng mạch điện cảm và điện dung có thể tạo nên quá điện áp đến 100%. Do vậy, máy ngắt với điện áp cao và đường dây dài (khoảng trên 300 km) thường mắc thêm vào các điện trở khi đóng.

MÔI TRƯỜNG DẬP HỒ QUANG VÀ NGUYÊN LÍ TÁC ĐỘNG

Trong máy ngắt cao áp thiết bị dập hồ quang là bộ phận chính, khi ngắt mạch điện ở đó xảy ra các quá trình cơ bản dập hồ quang và tiếp theo đó là phục hồi độ bền về điện giữa các khoảng trống tiếp điểm.

Quá trình xảy ra rất phức tạp phụ thuộc vào sự làm việc của kiểu thiết bị dập hồ quang, phụ thuộc khả năng dập hồ quang của thiết bị và phụ thuộc vào đặc tuyến của quá trình đó. Dạng đặc tuyến của quá trình này phụ thuộc vào nguyên tắc tác động của thiết bị và vào các đặc điểm kết quả từng chi tiết của nó.

Tính và thiết kế thiết bị dập hồ quang là một trong các nhiệm vụ quan trọng khi thiết kế máy ngắt. Trong tính toán cần phải xác định các tham số của thiết bị và các đặc tuyến của nó:

Các tham số của thiết bị dập hồ quang:

- Số lượng và kích thước chính của các đường rãnh dập tắt hồ quang.

- Số lượng, vị trí tương hỗ và trị số các khoảng trống giữa các tiếp điểm trong lúc dập tắt hồ quang cũng như kích thước, hình dáng của tiếp điểm tạo thành các khoảng trống.

Các đặc tuyến của thiết bị dập hồ quang gồm:

- Đặc tuyến tốc độ chuyển động của các tiếp điểm dập hồ quang và của van (nếu có).

- Trị số lớn nhất và đặc tuyến thay đổi áp suất của môi trường tạo thành khí trong vùng dập hồ quang (trong các đường rãnh làm việc, trong không gian và trong các thiết kế để thải khí,...).

- Tốc độ cháy của môi trường dập hồ quang trong vùng dập hồ quang ở từng giai đoạn dập hồ quang.

- Tốc độ chuyển dịch của thân hồ quang trong từ trường (nếu áp dụng dập hồ quang bằng điện từ).

- Sự thay đổi điện áp trên hồ quang và năng lượng thải ra trong hồ quang.

- Sự thay đổi trạng thái (độ dẫn dư, độ bền điện, nhiệt độ,...) mà gọi là thân dư ở cuối nửa chu kì của dòng điện và sự phục hồi độ bền về điện của khoảng trống giữa các tiếp điểm.

Một số đặc tuyến

- Tốc độ chuyển động của các tiếp điểm.

- Áp lực của không khí hay khí tác động vào đầu rìa của tiếp điểm di động,... được sử dụng làm tham số cho trước để tính toán các khâu khác của máy ngắt liên quan đến các tiếp điểm của thiết bị dập hồ quang (truyền động cơ khí, truyền động, bình chứa không khí, van,...). Như vậy việc tính và chính xác hóa kích thước các chi tiết của thiết bị dập hồ quang phải tiến hành trước khi tính và gia công các khâu khác của máy ngắt.

Thiết bị dập hồ quang của các máy ngắt hiện đại phải thỏa mãn các yêu cầu chung:

+ Dập tắt hồ quang điện chắc chắn ở điện áp định mức cho trước, khi ngắt các dòng điện giới hạn (đến hàng chục kA) trong một thời gian nhất định.

+ Dập hồ quang điện chắc chắn và nhanh, không cháy lặp lại khi ngắt các dòng điện điện dung của điện dung của đường dây không tải và các dòng điện kháng của máy biến áp không tải.

+ Làm việc ổn định không thay đổi các đặc tuyến đoạn đầu trong thời gian vận hành đã qui định và số lần đóng ngắt quy định.

+ Kết cấu đơn giản, dễ gia công và thuận tiện trong vận hành.

+ Tiêu hao môi trường dập hồ quang (chất lỏng, không khí nén hay khí) để hoàn thành thao tác qui định cần phải ít nhất.

Dập hồ quang trong máy ngắt không khí

a) Quá trình dập hồ quang khi không khí thổi dọc

Làm lạnh thân hồ quang trong buồng không khí nén có cường độ cao là một trong những phương tiện dập hồ quang hiệu dụng ở các máy ngắt cao áp điện xoay chiều. Quá trình dập hồ quang phụ thuộc vào hình dáng và vị trí tương hỗ của các tiếp điểm và của miệng ống:

a.1) Khi thổi một phía - qua miệng ống kim loại (hình 11-14a).

a.2) Khi thổi một phía - qua miệng ống cách điện (hình 11-14b).

a.3) Khi thổi hai phía đối xứng - qua tiếp điểm kiểu miệng ống (hình 11-14c).

a.4) Khi thổi hai phía không đối xứng - qua tiếp điểm kiểu miệng ống (hình11-14d).

Các công trình nghiên cứu về lí thuyết và về thực nghiệm chỉ ra rằng, ở các thiết bị như thế có thể dập tắt hồ quang một cách kết quả nhất với các điều kiện chủ yếu sau:

+ Tốc độ của luồng không khí nén tại biên độ dòng điện khi trong miệng ống có hồ quang tắt không được nhỏ hơn giới hạn cho phép.

+ Ở ngay cuối nửa chu kì của dòng điện hồ quang, trong khoảng thời gian tương đối ngắn tốc độ của luồng khí nén miệng ống phải đạt tới giá trị tới hạn, còn trị số áp suất trong vùng thân dư phải lớn nhất.

Với các điều kiện trên quá trình nứt vỡ thân dư do ion đã xảy ra mãnh liệt và sự phục hồi độ bền về điện của khoảng trống giữa các tiếp điểm có quan hệ với quá trình đó.

Hình 11-14: Các cách thổi dọc trong bình của máy ngắt không khía) Thổi một phía qua miệng ống kim loạib) Thổi một phía qua miệng ống cách điệnc) Thổi hai phía đối xứng qua tiếp điểm kiểu miệng ốngd) Thổi hai phía không đối xứng qua tiếp điểm kiểu miệng ống

b) Dập hồ quang có thổi không khí dọc với shun bằng điện trở nhỏ

Shun hồ quang bằng điện trở nhỏ (dập hồ quang) là một trong các phương thức tăng khả năng ngắt của máy ngắt. Các sơ đồ nguyên lí có tính điển hình về sun hồ quang bằng điện trở nhỏ nêu ở hình 11-15. Khi ngắt các tiếp điểm tách rời ra và ở trong buồng dập hồ quang xuất hiện hai dòng hồ quang 1 và 2, một trong những đoạn đó được nối shun bằng điện trở nhỏ RS. Ở cuối nửa chu kì hồ quang thứ nhất sẽ tắt và hồ quang thứ hai (điện trở shun mắc nối tiếp với đoạn 1) sẽ tắt ở nửa chu kì sau.

Nhờ shun đó, sau khi hồ quang tắt tốc độ phục hồi điện áp và biên độ của điện áp phục hồi ở khoảng trống thứ nhất giảm xuống rất nhiều. Mắc tiếp điện trở vào mạch của đoạn hồ quang thứ hai tạo ra điều kiện thuận lợi để dập tắt, nhưng do trị số dòng điện ngắt giảm rất nhiều và trị số điện áp phục hồi cũng giảm. Như vậy, trong các thiết bị như thế quá trình dập hồ quang thuận lợi hơn trong các thiết bị không được shun bằng điện trở nhỏ.

Khi trị số điện trở chọn đúng thì ở các máy ngắt công suất ngắt không phụ thuộc vào tần số dao động tự do của điện áp phục hồi. Với máy ngắt không khí đặc điểm này rất quan trọng, vì nhờ đó có thể tạo ra được những máy ngắt công suất ngắt rất lớn ở điện áp máy phát, mà khi các phương pháp không dùng shun điện trở nhỏ khó thực hiện được, vì tần số dao động tự do ở điện áp máy phát tương đối lớn.

Ta sẽ xét quá trình dập hồ quang trong buồng dập hồ quang của máy ngắt không khí có hai khoảng ngắt, một trong hai khoảng ngắt đó được shun bằng điện trở nhỏ. Các sơ đồ tính toán điện của hai giai đoạn dập hồ quang và đặc tuyến ở hình 11-15 và 11-16.

Giai đoạn dập hồ quang thứ nhất có các đẳng thức:

$$\left.\begin{aligned} i = i_{\text{hq}} + i_S \\ i_S R_S = U_S = U_{\text{hq}} \end{aligned}\right\}$$

Uhq : điện áp trên thân hồ quang thứ nhất

Hình 11-15a) Sơ đồ để tính quá trình dập hồ quang trong buồng hồ quang có shun điện trở nhỏb) Các phương pháp shun hồ quang bằng điện trở nhỏ trong máy ngắt không khíUS : điện áp trên điện trở shun

ihq : dòng điện hồ quang

iS : dòng điện qua điện trở shun

RS: trị số điện trở shun

i : dòng điện của mạch ngắt.

Nếu lấy gần đúng theo đặc tuyến tĩnh của hồ quang, thì với trường hợp thổi dọc rất mạnh có điện áp trên thân hồ quang:

$$U_{\text{hq}} = \frac{A}{i_{\text{hq}}^m} l_{\text{hq}}$$

A =1400 : hệ số không đổi biểu thị cường độ làm lạnh thân hồ quang.

m :số mũ biểu thị phương pháp làm lạnh thân hồ quang. Trong trường hợp này có thể lấy m = 0,25.

lhq : chiều dài hồ quang, cm.

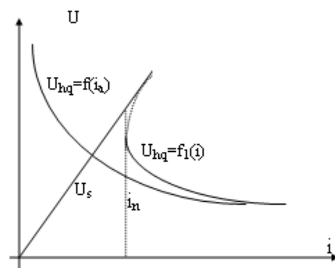
ihq : dòng điện hồ quang, A.

iS : dòng điện qua điện trở shun

RS : trị số điện trở sun, i: dòng điện của mạch ngắt.

Đặc tuyến V-A của hồ quang và đặc tuyến dập tắt hồ quang của shun ở hình 11-16. Ở gía trị $i_0 = i_{\text{hq}0} + i_{S0}$ xuất hiện điều kiện rơi tức thời của dòng điện hồ quang đến trị số không, do quá độ chuyển dòng điện đó vào shun. Điều đó tương ứng với thời điểm xác định theo phương trình:

$i_0 = i_{\text{hq}0} + i_{S0} = I_m \sin wt_0$



Hình 11-16: Đặc tuyến V-A của hồ quang có shun bằng điện trở nhỏ

Dập hồ quang trong máy ngắt dầu

Dập hồ quang của máy ngắt dầu được thực hiện bằng cách làm lạnh thân hồ quang trong luồng của môi trường khí (hỗn hợp khí hơi) do sự phân li và bốc hơi của dầu do chính hồ quang tạo ra.

So sánh với quá trình dập tắt hồ quang trong luồng không khí lạnh, trong trường hợp này các điều kiện trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh có đặc điểm:

- Trong thành phần hỗn hợp khí hơi chứa rất nhiều H2 (đến 90%) có tính dẫn nhiệt cao hơn so với không khí nhưng độ bền điện kém hơn.

- Luồng hỗn hợp khí ở vùng hồ quang cháy có nhiệt độ cao (800 ¸ 25000K). Khi dòng điện hồ quang không lớn (thường tới 100A) thì điều kiện làm lạnh thân hồ quang khác nhau. Khi dòng điện lớn sự làm lạnh thân hồ quang xảy ra chủ yếu là do đối lưu cưỡng bức trong luồng hỗn hợp khí hơi ở áp suất lớn.

Dòng điện tăng cường độ làm lạnh đối lưu và trị số áp suất ở vùng dập hồ quang cũng tăng. Nhờ đó tạo ra được điều kiện rất tốt để phục hồi độ bền điện của khoảng trống giữa các tiếp điểm khi dòng điện qua trị số không.

Khi dòng điện nhỏ sự đối lưu và áp suất của khí ở vùng dập hồ quang sẽ giảm, như vậy điều kiện dập hồ quang xấu, thời gian hồ quang cháy sẽ tăng lên rõ rệt. Sự tăng áp suất trong vùng dập hồ quang do truyền dầu cưỡng bức dưới tác động của nguồn năng lượng cơ khí bên ngoài có thể cải tiến điều kiện dập hồ quang, thời gian hồ quang cháy sẽ giảm khi ngắt dòng điện nhỏ.

Trong tính toán gần đúng cho rằng các điều kiện dập tắt hồ quang đạt kết quả tốt nhất trong các thiết bị dập hồ quang của máy ngắt dầu là:

* Sự thổi của hỗn hợp khí hơi ở vùng hồ quang mãnh liệt (đặc biệt ở gần cuối nửa sóng dòng điện).

* Áp suất cao của hỗn hợp khí hơi ở vùng hồ quang vào cuối nửa chu kì của dòng điện.

* Khoảng cách nhỏ giữa bề mặt thân hồ quang và thành rãnh hình thành hồ quang bằng dầu xung quanh hay giữa bề mặt của chất cách điện cũng được tẩm dầu.

Do đó cần tạo được điều kiện thuận lợi nhất để làm bốc hơi mãnh liệt và hình thành các luồng hơi dầu bão hòa trực tiếp ở gần bề mặt thân hồ quang.

Một số hay tất cả các điều kiện kể trên trong các kết cấu về thiết bị dập hồ quang của máy ngắt dầu có mức độ khác nhau do cách chọn nguyên tắc tác động của thiết bị và hình dáng kết cấu kích thước của từng chi tiết. Theo nguyên tắc tác động thiết bị dập hồ quang của các máy ngắt dầu hiện đại có thể chia ra làm ba nhóm chính:

+ Thiết bị dập hồ quang thổi tự động. Điều kiện để dập tắt hồ quang của thiết bị này là: áp suất cao và tốc độ luồng khí ở vùng dập tắt hồ quang lớn - tạo nên do năng lượng tách ra từ hồ quang.

+ Thiết bị dập hồ quang thổi dầu cưỡng bức, ở thiết bị này nhờ bộ phận đặc biệt đẩy dầu đến khoảng ngắt.

+ Thiết bị dập hồ quang có bộ phận dập hồ quang bằng từ trong dầu. Dưới ảnh hưởng của từ trường ngang thân hồ quang chuyển dịch vào rãnh và khe hẹp tạo bởi các thành cách điện chứa đầy dầu, do đó tạo được điều kiện thuận lợi để dập hồ quang.

Do hiệu suất cao và tương đối đơn giản nên thiết bị dập hồ quang thổi tự động được áp dụng rộng rãi nhất.

Thiết bị của nhóm thứ hai ít được áp dụng vì khi ngắt dòng điện lớn thì thổi dầu cưỡng bức ít hiệu lực, kết cấu của buồng dập hồ quang và thiết bị bơm dầu rất phức tạp, cồng kềnh. Khi ngắt dòng điện bé thổi dầu cưỡng bức tác động tốt trong trường hợp riêng để dập tắt hồ quang chắc chắn hơn không cháy lặp lại khi ngắt dòng điện điện dung bé của đường dây. Thổi dầu cưỡng bức được áp dụng trong một số bình chứa thổi tự động như công cụ bổ sung. Thiết bị dập hồ quang có bộ phận dập bằng từ trường cũng không được áp dụng rộng rãi vì phương pháp này hiệu quả kém hơn phương pháp thổi tự động trong dầu.

Hình 11-17: Sơ đồ kết cấu của một số buồng dập hồ quang thổi tự động trong dầu1. Tiếp điểm cố định ; 2. Các chi tiết của buồng dập hồ quang3. Tiếp điểm di động; 4. Tiếp điểm trung gianChúng ta sẽ chỉ nghiên cứu các vấn đề kết cấu của các thiết bị dập hồ quang có thổi tự động trong dầu. Sơ đồ kết cấu của các thiết bị dập hồ quang hiện đại kiểu này ở hình 11-17 và 11-18.

Các thiết bị dập hồ quang có thổi tự động thường có dạng bình chứa cứng (hình 11-17) thân của nó được tạo thành bởi chi tiết nối cứng với nhau, hay là bình chứa đàn hồi (hình 11-18) được tạo thành bởi các chi tiết nối với nhau một cách đàn hồi nhờ các lò xo hay các miếng đệm đàn hồi.

Trong quá trình ngắt khi áp suất trong bình chứa tăng các chi tiết của bình chứa đàn hồi có thể bị ngăn cách tạo thành rãnh làm việc bổ sung trong vùng hồ quang cháy, nhờ đó tạo được các điều kiện thuận lợi hơn để dập tắt hồ quang.

Hình 11-18: Sơ đồ kết cấu của bình chứa đàn hồi có thổi tự động trong dầu1. Tiếp điểm cố định; 2. Bộ lò xo; 3. Chi tiết làm việc của bộ phận dập hồ quang; 4. Ống đệm5. Tiếp điểm di động; 6. Vòng đàn hồi

Tùy thuộc vào số lượng, vị trí tương hỗ của các tiếp điểm có trong bình chứa và vào trình tự lúc ngắt, buồng dập hồ quang có thể có nhiều phương án kết cấu khác nhau, thí dụ:

- Bình chứa có một khoảng ngắt chính của các tiếp điểm.

- Bình chứa có nhiều khoảng ngắt, có cùng điều kiện dập tắt hồ quang.

- Bình chứa có một khoảng ngắt chính và một khoảng ngắt phụ.

- Bình chứa có nhiều khoảng ngắt chính và nhiều khoảng ngắt phụ.

Khi trong bình chứa có khoảng ngắt phụ tạo được điều kiện phát sinh hơi ổn định trong vùng xác định của buồng dập hồ quang, một số trường hợp dập tắt hồ quang được đẩy mạnh ở khoảng ngắt chính.

Nhiều khoảng ngắt được áp dụng trong trường hợp điện áp làm việc rất cao và mục đích hạn chế của điện áp sinh ra trong lúc ngắt dòng điện cảm ứng nhỏ, một phần của các khoảng ngắt đó được nối shun bằng điện trở.

Với các điều kiện khác giống nhau khả năng dập hồ quang của các thiết bị đang xét ở mức độ cao được xác định bằng các kích thước, hình dạng và bố trí tương hỗ các rãnh làm việc của bình chứa.

Hướng của luồng khí dọc trục hay vuông góc với trục thân hồ quang tùy thuộc cách bố trí các rãnh. Trong các bình chứa hướng áp dụng các dạng thổi sau: thổi dọc (hình 11-17a, c), thổi ngang (hình 11-17e, b, g), thổi hỗn hợp (hình 11-17d) và thổi ngang ngược chiều (hình 11-17đ). Dựa vào điện áp định mức công suất ngắt so sánh kinh tế để chọn kiểu thổi. Một số bình chứa có thổi tự động có bổ sung thổi dầu cưỡng bức phải có thêm một bộ phận cơ khí.

Chúng ta sẽ qui định một số qui tắc ban đầu để tính toán các bình chứa có thổi tự động trong dầu. Trong trường hợp chung khi ngắt chu trình làm việc của bình chứa có thể chia ra làm ba giai đoạn chính.

Hình 11-19Sơ đồ các giai đoạn chính chu trình làm việc của thiết bị dập hồ quang thổi tự động trong dầua) Hồ quang cháy trong bong bóng khí hơi khép kínb) Hỗn hợp khí hơi cháy qua vùng dập hồ quangc) Để dầu vào bình chứa sau khi dập tắt hồ quangGiai đoạn thứ 1: sau khi các tiếp điểm tách rời nhau hồ quang cháy trong buồng khí (hình 11-19a). Trong giai đoạn này nhờ năng lượng tỏa ra từ hồ quang mà trữ lượng hỗn hợp khí hơi nén trong bình chứa tăng đến áp suất có thể dập tắt hồ quang ở các rãnh.

Giai đoạn thứ 2: (hình 11-19b) kể từ thời điểm hỗn hợp khí hơi bắt đầu chảy từ vùng bong bóng khí hơi qua các rãnh ra khỏi bình chứa. Giai đoạn này biểu hiện sự thay đổi áp suất khí trong bình chứa ở các rãnh và cường độ cháy của hỗn hợp. Giai đoạn này kết thúc bằng sự phục hồi độ bền điện của khoảng trống giữa các tiếp điểm, như vậy giai đoạn thứ hai là giai đoạn chủ yếu.

Giai đoạn thứ 3: (hình 11-19c) từ bình chứa khí nóng và hơi dầu dư được đẩy ra ngoài và dầu sạch được đổ vào bình chứa. Giai đoạn này chuẩn bị bình chứa cho lần ngắt tiếp sau. Trong các buồng dập hồ quang có A P B giai đoạn này rất quan trọng.

Hai giai đoạn đầu có đặc điểm tổng hợp rất phức tạp về quá trình thủy động và nhiệt động liên quan lẫn nhau, khả năng dập hồ quang của thiết bị toàn bộ phụ thuộc vào hành trình của quá trình đó.

Dập hồ quang của máy ngắt tự sản khí

Trong các thiết bị dập hồ quang của máy ngắt tự sản khí dập tắt hồ quang ở trong luồng khí do vật liệu rắn sản khí ra dưới tác dụng của hồ quang.

Bảng 5: Các tham số về các sản phẩm tạo thành khí của các vật liệu rắn sản khí

Thành phần của	Phibra đỏ		Nhựa phóoc-mal-đê-hyđuyarê	
Khí	cm3	%	cm3	%
$CO_2COH_2H_2O$	70,32682,5468,43108,07	5,2951,3435,248,13	125,13584,88294,15609,32	7,0
S	1329,32	100,00	1613,48	10

Kết cấu thiết bị là một bình chứa, các thành và các chi tiết tạo thành các rãnh dập hồ quang làm bằng vật liệu cách điện sản khí. Khi hồ quang tiếp xúc nhiệt với các thành của các rãnh sẽ tạo thành lượng khí lớn, khi các rãnh có hình dáng và kích thước tương ứng thì có điều kiện cần thiết để dập tắt hồ quang: áp suất cao, tốc độ chảy của khí trong vùng dập hồ quang lớn.

Thường sử dụng các vật liệu sản khí sau: phibra đã lưu hóa, nhựa phooc-mal-đê-hyđ, Ôyarê và thủy tinh hữu cơ. Các tham số về khả năng sản khí của các vật liệu kể trên và sản phẩm tạo thành khí nêu ở bảng 11.5.

Khuynh hướng tạo thành muội than trên bề mặt buồng dưới tác dụng của nhiệt độ hồ quang cao là một trong các tính chất quan trọng để dập tắt hồ quang. Về mặt này phibra đã lưu hóa và thủy tinh hữu cơ là tốt hơn cả.

Sự tạo thành muội than ít đi khi cho thêm một ít axít boric vào bột nén của vật liệu đó (thí dụ thủy tinh hữu cơ).

Kinh nghiệm chỉ rằng, trong các thiết bị đã nêu dập tắt hồ quang chỉ đạt được trong trường hợp áp suất trong bình chứa ở thời điểm mở lỗ thổi vượt quá trị số tới hạn tối thiểu. Trong bất cứ trường hợp nào áp suất không thấp hơn 2 at (dòng điện mở 500 A).

Do ở gần lỗ thải khí có các chi tiết giảm âm (thí dụ tấm dạng phẳng nằm vuông góc với hướng của luồng), khí đi chậm vào lỗ, nên khả năng dập hồ quang bị giảm.

Thiết bị dập hồ quang của máy ngắt tự sản khí kiểu B $\Gamma - 10$ (hình 11-20) là bình chứa phẳng, trong đó các thành và màng ngăn làm bằng thủy tinh hữu cơ tạo thành thể tích bớt rung 1 và ra các rãnh dập hồ quang hẹp 2 và 3. Tiếp điểm kiểu hai ngón 4 nằm phía trên. Khi mở, tiếp điểm 5 chuyển động xuống phía dưới trong rãnh dập hồ quang.

Hình 11-20: Thiết bị dập hồ quang thổi ngang tự sản khí1. Thể tích bớt rung 2 và 3. Các rãnh dập hồ quang4. Tiếp điểm cố định5. Tiếp điểm di động6. Ống lót dập hồ quang

Khí được tạo thành trong thời gian hồ quang cháy ở phần trên của bình chứa đi vào thể tích giảm rung và áp suất ở đây tăng lên đến khi tiếp điểm di động mở rãnh 3, sau đó khí từ thể tích giảm rung và rãnh dập hồ quang bắt đầu chảy qua lỗ thải khí ở chi tiết giảm âm 6. Nhờ thổi dọc ngang nên tạo ra được điều kiện để dập tắt hồ quang.

Sau khi thanh tiếp điểm đi ra do tác động của lò xo, ống lót bằng thủy tinh hữu cơ 7 nén thân hồ quang. Nhờ đó dập tắt hồ quang bảo đảm chắc chắn khi ngắt dòng điện nhỏ và loại trừ được khả năng khí đốt nóng vượt ra ngoài bình chứa khi ngắt dòng điện lớn.

Dập hồ quang bằng từ

Các thiết bị dập hồ quang gọi là dập tắt bằng từ là do dùng ảnh hưởng của từ trường ngang hồ quang tạo chuyển dịch và được làm lạnh theo nhiều kiểu khác nhau hay phản ion hóa. Trong các thiết bị có các kiểu dập hồ quang sau:

a) Phân chia hồ quang ra thành nhiều hồ quang ngắn, sau đó dập tắt ở các điện cực lạnh.

b) Do kết quả của sự kéo dài và chuyển dịch với tốc độ lớn trong không khí, thân hồ quang được làm lạnh một cách đối lưu ngang.

Hình 11-21: Sơ đồ dập tắt hồ quang trong bình kiểu rãnh1. Hồ quang điện; 2. Vùng kéo dài sơ bộ; 3. Vùng dập hồ quang

c) Làm lạnh thân hồ quang trong rãnh phẳng hẹp do các thành của bình chứa tạo nên, hồ quang bị đẩy qua đó bằng từ trường ngang. Như vậy, trong các thiết bị này từ trường ngang thường được tạo ra bằng dòng điện hồ quang là phương tiện nâng cao hiệu quả của phương pháp làm lạnh kiểu khác nhau trong không khí ở áp suất bình thường.

Ngày nay thường sử dụng các buồng dập hồ quang kiểu rãnh là kinh tế và hiệu quả hơn cả, cho nên sau này ta sẽ chỉ nghiên cứu cách tính và kết cấu các thiết bị như thế. Sơ đồ của buồng dập hồ quang kiểu rãnh ở hình 11-21.

Sau khi các tiếp điểm tách rời dưới ảnh hưởng của từ trường ngang (thường được tạo bằng dòng điện hồ quang) thân hồ quang nhanh chóng bị kéo dài và sau đó chuyển dịch vào vùng dập tắt, ở đấy các thành cách điện chịu nhiệt của bình chứa tạo thành rãnh hẹp. Khi đó, nếu chiều rộng của rãnh nhỏ hơn đường kính của thân hồ quang (d>) thì thân hồ quang bị biến dạng, tiết diện của nó thành hình chữ nhật bị kéo dài và diện tích tiếp xúc với bề mặt của các thành được tăng lên. Nhờ đó, giữa hồ quang và bề mặt của các thành tạo ra được sự tiếp xúc về nhiệt đảm bảo tản nhiệt tốt. Trong trường hợp này sự đối lưu và làm lạnh thân hồ quang bằng luồng không khí ngược chiều đóng vai trò không đáng kể.

Trong trường hợp đang xét, các tiết diện trong vùng thân hồ quang giảm là do sự tái hợp một cách mạnh mẽ trên bề mặt các thành lạnh.

Các công trình nghiên cứu đã chỉ ra, đối với phương pháp làm lạnh như vậy tỉ lệ giữa dòng điện hồ quang Ihq, građien điện áp trên thân hồ quang Ehq và đạo hàm của chúng theo thời gian có thể đặt trong dạng đặc tuyến V-A động.

Dập trong khí SF6

Máy ngắt sử dụng khí SF6 (Sunfua hexaflo) làm môi trường cách điện và dập hồ quang đã vận hành có kết quả trên toàn thế giới từ hơn 25 năm qua.

Khí này đặc biệt thích hợp làm môi trường dập hồ quang do nó có độ bền điện môi và suất dẫn nhiệt cao.

Máy ngắt kiểu pittông được sử dụng cho các khả năng cắt cao, trong khi máy ngắt sử dụng kĩ thuật tự thổi được sử dụng cho khả năng cắt trung bình.

a) Nguyên lí pittông

Hình 11-22: Phương pháp tác động pít tông đưa ra 4 giai đoạn của quá trình mởa)Vị trí đóng; b) Hành trình mở bắt đầu; c) Các tiếp điểm hồ quang phân tách; d)Vị trí mở:1.Tiếp điểm một chiều tĩnh; 2.Tiếp điểm hồ quang tĩnh; 3.Tiếp điểm hồ quang động;4.Tiếp điểm một chiều động; 5.Xilanh nén; 6.Pittông nén; 7.Cần tác động; 8.Lỗ dập hồ quangHình 11-22 đưa ra bố trí và nguyên lí tác động của buồng dập hồ quang kiểu pittông. Bộ dập gồm tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động với xilanh thổi. Trong hành trình mở, thể tích của xilanh thổi giảm đi đều đặn và do đó áp suất khí trong buồng tăng cho đến khi tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động tách rời.

Hình 11-23: Kĩ thuật tự thổi với máy ngắt cao ápa)Vị trí đóng; b)Vị trí mở; c)Ngắt dòng điện nhỏ (nguyên lí pittông); d)Cắt dòng ngắn mạch(nguyên lí tự thổi): 1.Tiếp điểm dòng một chiều tĩnh, 2.Tiếp điểm hồ quang tĩnh, 3.Tiếp điểm hồ quang động, 4.Tiếp điểm dòng một chiều động, 5.Thể tích nén, 6.thể tích đốt nóng, 7.Cần

tác động, 8. Lỗ dập hồ quangUd[kV]30025020015010050010203OS[mm]12345Hình 11-25: Tính chất điện môi - điện áp với khoảng cách phóng điện1.Dầu biến áp; 2. Không khí 1bar; 3. Chân không;4.Khí SF6 1bar; 5. Khí SF6 5bar.inSự tách của các tiếp điểm gây nên hồ quang làm tăng áp suất của khí SF6 bên trong xi lanh. Khi áp suất đủ lớn để khí nén thoát ra và thổi hồ quang, giải phóng năng lượng của hồ quang và làm cho hồ quang bị dập tắt.

Hình dạng lỗ của cả hai tiếp điểm tạo nên đặc tính thổi và dập tắt tối ưu.

b) Phương pháp cắt tự thổi

Kĩ thuật tự thổi của ABB (xem hình 11-23) được thử nghiệm thành công nhiều năm trong máy ngắt khí SF6 trung áp, đã được dùng dưới dạng biến đổi cho máy ngắt cao áp vào năm 1935 và do vậy không cần cuộn nam châm quay hồ quang.

Hình 11-23 cho cách bố trí và nguyên lí hoạt động của buồng dập hồ quang tự thổi dùng cho điện áp tới 170kV và dòng 40kA.

P[bar]cbaSF6U[kV]654321050100150U[kV]1600400200020100IK[kA]80040608024Buồng dập hồ quang /cựcHình 11-24: Tính chất điện môi của các môi trường cách điện khác nhau. Cường độ đánh thủng U với khoảng cách điện cực 38mm theo Hình 11-26: Khả năng cắt của buồng dập hồ quangáp suất p: a)Dầu biến áp, b)Không khí nén, U-Điện áp định mức c)Đường không khí chuẩn ở áp suất khí quyển Ik-Dòng cắt ngắn mạch định mứcCũng giống như nguyên lí pittông, khi dòng điện nhỏ, áp suất đòi hỏi để thổi hồ quang được tạo nên trong hành trình mở bằng nén khí trong thể tích 5 (hình 11-23c). Khi xảy ra ngắn mạch, năng lượng của hồ quang do dòng điện lớn sinh ra đốt nóng và nâng áp suất khí trong thể tích 6 (hình 11-23d). Áp suất tăng này không đặt ra yêu cầu nào cho cơ cấu thao tác, kết quả là cơ cấu thao tác chỉ để có năng lượng cho hành trình đóng cắt dòng điện làm việc. So với nguyên lí pittông, phương pháp tự thổi chỉ đòi hỏi khoảng 20% năng lượng tác động đối với máy ngắt cùng tính năng kĩ thuật. Ưu điểm vận hành là cơ cấu truyền động chắc chắn, ứng suất cơ lên hệ thống nhỏ, tải động trên nền nhỏ hơn, mức ồn nhỏ hơn và nói chung độ tin cậy được nâng cao.

Tính chất điện môi nói chung của môi trường cách điện khí SF6, dầu biến áp (a), không khí nén (b) và áp không khí ở suất khí quyển (c) được minh họa trên hình 11-24. Cường độ điện môi ngoài của buồng dập hồ quang phụ thuộc vào áp suất của không khí xung quanh mà không phụ thuộc vào áp suất khí SF6 bên trong buồng. Cường độ điện môi bên trong buồng được xác định bằng áp suất khí SF6 và khoảng cách giữa các tiếp điểm. Biểu đồ nêu lên quan hệ cơ bản giữa cường độ bên trong và bên ngoài (đường cong SF6 đến đường cong c). Hình 11-26 cho khả năng đóng cắt thực tế của buồng dập hồ quang được sử dụng trong loạt máy ngắt SF6 ngoài trời.

CƠ CẤU TÁC ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN

Cơ cấu tác động lò xo

Cơ cấu tác động lò xo là hệ thống cơ khí ở đó năng lượng được tích trong lò xo. Lò xo được nén bằng động cơ điện và được giải phóng bằng chốt.

Hình 11-27: Cơ cấu tác động lò xo(ABB)

1. Mặt trước; b) Cơ cấu tác động. 1. Thanh tác động, 2. Cần tác động, 3.Công tắc phụ,

4.Công tắc điều khiển, 5.Công tắc chọn điều khiển tại chỗ/Điều khiển từ xa, 6.Công tắc hạn chế khóa liên động,7. Lò xo đóng, 8. Đèn chỉ thị, 9. Công tắc tắt động cơ

Cơ cấu tác động máy ngắt gồm bộ trữ năng lượng, bộ điều khiển và bộ truyền năng lượng. Bộ trữ phải có khả năng cung cấp năng lượng tối thiểu đủ để thực hiện chu trình tự đóng lại.

Khi máy ngắt nhảy, nam châm nhả chốt, lực của lò xo được sử dụng để chuyển tiếp điểm ra khỏi bộ truyền lực cơ khí.

Hình 11-27 trình bày mặt trước và mặt bên của cơ cấu tác động lò xo các máy ngắt SF6 ngoài trời của ABB. Hình 11-28 là cơ cấu tác động lò xo trong máy ngắt của hãng AEG.

Cơ cấu tác động dùng khí nén

Cơ cấu khí nén sử dụng khí nén chứa trong thùng chứa đặt trực tiếp trên máy ngắt. Van hình xuyến cho phép khí nén qua xilanh tác động (khi đóng) hoặc tới áp suất khí quyển (khi cắt). Thùng chứa không khí được nạp đầy bằng máy nén.

Cơ cấu tác động thủy lực

Cơ cấu thủy lực có bình chứa nitơ để tích năng lượng cần thiết. Bộ đệm khí nitơ bị nén truyền áp lực lên dầu thủy lực. Năng lượng cần để tác động các tiếp điểm được truyền bằng pittông thủy lực.

Hệ thống làm việc theo nguyên lí pittông vi sai. Phía "MỞ" (thanh pittông) diện tích tiết diện của thanh pittông nhỏ hơn phía "ĐÓNG" (mặt pittông). Thanh pittông thường xuyên chịu áp suất. Mặt khác, phía bề mặt pittông chịu áp suất hệ thống khi đóng và khi mở.

Hệ thống được nạp lại bằng truyền động động cơ bơm thủy lực, nó truyền dầu từ khối áp suất thấp đến bộ chứa nitơ.

Hình 11-28: Chức năng vận hành của một cơ cấu điều khiển cắt kiểu lò xo(AEG)1.động cơ; 2.hộp số; 3.bánh xích; 4.lò xo đóng; 5.dây xích; 6.đĩa cam dày(đĩa lệch tâm) ; 7.cam bị dẫn; 8.cuộn dây hành trình; 9.chốt hãm mở; 10-hộp tay quay; 11.lò xo hành trình nhả; 12.cực máy ngắt; 13.thanh truyền nối; 14.đường trục tay đòn chính; 15.đệm dầu giảm chấn; 16.cuộn dây đóng; 17.chốt hãm đóngCơ cấu tác động lò xo thủy lực

Hình 11-29: Mặt cắt cơ cấu tác động lò xo thủy lực dùng cho máy ngắt tự thổi SF61.Lò xo, 2.Pittông lò xo, 3.Xilanh tác động, 4.Cần pittông, 5. Điểm nối đo lường, 6. nối đổ dầu,7.Khối bơm, 8. Trục truyền động bơm, 9. Máy bơm

Cơ cấu lò xo thủy lực là phối hợp của hệ thống thủy lực và lò xo. Năng lượng được tích lũy trong lò xo và được kéo căng bằng thủy lực. Năng lượng được truyền bằng thủy lực, khi các tiếp điểm máy ngắt đóng hay mở bằng pittông vi sai, cơ cấu làm việc hoàn toàn như ở hệ thống thủy lực.

Cơ cấu lò xo thủy lực của ABB có nhiều kích cỡ. Tất cả được thiết kế sao cho không có ống nối ngoài. Mọi điểm làm kín áp suất động lớn bố trí giữa dầu áp suất cao và dầu áp suất thấp, như vậy dầu không có thể thoát ra ngoài khi có rò rỉ nhẹ. Mặt cắt cơ cấu lò xo thủy lực của máy ngắt tự thổi có thể xem hình 11-29.

Các máy ngắt cao áp hiện đại thường được trang bị bằng cơ cấu tác động lò xo thủy lực hoặc cơ cấu lò xo.

Điều khiển điện

Bộ chỉ thị lệch pha dùng cho máy ngắt có tác động một cực. Nếu mạch "NHẢY" của cực máy ngắt bị hư hỏng, cực này không đáp ứng với lệnh "NHẢY" và ba cực máy ngắt ở các vị trí khác nhau. Hệ thống chỉ thị lệch pha phát hiện sai lệch này và sau khi đặt lại thời gian chờ đợi 2 giây, nó tác động thao tác "MỞ" của ba cực máy

ngắt. Máy ngắt ba cực tự đóng lại không cần đến giám sát lệch pha, bởi vì ba cực có liên hệ về cơ khí và do vậy không có các vị trí khác nhau.

Điều khiển chống bơm

Điều khiển chống bơm đề phòng thao tác lặp lại không mong muốn của một hoặc nhiều máy ngắt nếu lệnh "MỞ" tiếp theo là lệnh "ĐÓNG" bị lặp lại. Do đó máy ngắt phải đóng không quá một lần sau đó bị khóa, nghĩa là nó cần nằm ở vị trí "MỞ" bất chấp các lệnh điều khiển nào được áp dụng hoặc kéo dài bao lâu.

Thao tác động cơ không dừng

Tùy theo thiết kế hệ thống và thực hiện chu trình đóng cắt, máy bơm hoặc máy nén đòi hỏi một khoảng thời gian để khôi phục năng lượng đã mất. Nếu có rò trên hệ thống nén, động cơ khởi động lại hoặc chạy liên tục. Chạy không dừng được thể hiện như rối loạn và sẽ đưa ra tín hiệu.

Giám sát khí SF6

Khả năng cắt của máy ngắt phụ thuộc vào mật độ khí trong buồng cắt và được đo bằng đồng hồ đo áp suất có bù nhiệt. Sẽ có báo động nếu mật độ khí giảm tới giá trị đặt trước và nếu như mật độ giảm tiếp đến giới hạn quy định tối thiểu thì máy ngắt sẽ bị khóa lại.

Điều khiển tại chỗ/Điều khiển từ xa

Cho phép công việc được tiến hành trên máy ngắt, thường có thể được điều khiển tại chỗ ở tủ điện, cũng có thể chuyển từ điều khiển từ xa sang điều khiển tại chỗ bằng công tắc chọn.

Giám sát năng lượng

Với các cơ cấu tác động bằng khí nén và thủy lực, áp suất không khí hoặc dầu được chỉ thị và điều khiển bằng công tắc áp suất nhiều cực. Nó thực hiện các chức năng sau đây:

- Điều khiển máy nén hoặc động cơ bơm.

- Khoá liên động "MỞ", khóa liên động "ĐÓNG", khóa liên động "TỰ ĐÓNG LẠI" tùy theo áp suất có trong hệ thống.

Cơ cấu lò xo thủy lực không đòi hỏi điều khiển áp suất. Thay vào đó là các bộ chỉ thị hệ thống cửa và điều khiển ứng suất lò xo (hành trình lò xo) được xem như là năng lượng để tác động.

Tự đóng lại

Bộ tự đóng lại một cực hoặc ba cực được chọn tùy theo kiểu nối đất hệ thống, phạm vi của lưới liên lạc, chiều dài đường dây và đầu nguồn cung cấp từ các nhà máy điện lớn.

Các lệnh nhảy từ hệ thống bảo vệ lưới (quá dòng điện và bảo vệ đường dây) được đánh giá một cách khác nhau đối với các máy ngắt tương ứng.

Trong các máy ngắt có tự đóng lại một pha, mỗi cực có cơ cấu tác động được điều khiển riêng rẽ, do vậy bất cứ cực nào cũng có thể được nhảy một cách độc lập. Tuy nhiên, cả ba cực được đóng đồng thời và hệ thống năng lượng phụ dùng cho ba cực được cung cấp từ một nguồn duy nhất. Khoảng sự cố quá độ có thể được giới hạn về thời gian và địa điểm mà không làm ảnh hưởng đến các bộ phận lớn hơn của hệ thống. Sự nhảy một pha cải thiện mức ổn định của hệ thống lưới vẫn duy trì đồng bộ. Ba cực của các máy ngắt một pha tự đóng lại có thể được điều khiển sao cho chúng có thể mở hoặc đóng đồng thời.

Các máy ngắt ba pha tự đóng lại có trụ tác động duy nhất cho cả ba cực. Ba cực được liên hệ cơ khí với nhau và với cơ cấu thao tác. Do vậy chỉ có thể được đóng hoặc mở đồng thời. Trong các lưới ổn định (nơi sự mất đồng bộ ít xảy ra), các máy ngắt ba pha tự đóng lại rút ngắn thời gian ngừng có thể.

MỘT SỐ LOẠI MÁY NGẮT

Máy ngắt nhiều dầu

a) Cấu tạo (hình 11-30)

Thùng dầu chứa dầu biến áp, với điện áp 10kV thì ba pha được đặt trong một thùng còn 35kV trở lên mỗi pha trong một thùng riêng, thùng cấu tạo bằng thép, mặt trong lót cách điện 4 để ngăn hồ quang 5 lan ra vỏ. Khi ba pha đặt trong một thùng thì giữa các pha có tấm cách điện để tăng khả năng cách điện các pha và ngăn hồ quang các pha không tràn sang nhau.

Để an toàn, nắp và thùng thường nối đất, nắp thùng bằng gang đúc không từ tính với điện áp 35kV trở lại, 110kV trở lên làm bằng thép. Sứ xuyên đặt nghiêng để tăng khoảng cách hai phần mang điện trong không khí.

Hình 11-30: Máy ngắt nhiều dầuHình 1.2: Máy ngắt BM 612435 Với điện áp 10kV trở lại sứ xuyên bằng vật liệu sứ với điện áp 35kV sứ xuyên dọc chiều dài thanh dẫn còn lót cách điện ba kê lit còn với 110kV trong sứ có dầu cách điện.

Lõi sứ xuyên chính là thanh tiếp xúc cố định 2, đầu tiếp xúc động 1 gắn với bộ truyền động, máy ngắt đóng/cắt nhờ lò xo 6 và trục truyền.

b) Nguyên lí

Khi đóng tác động vào trục truyền kéo đầu tiếp xúc di động lên lò xo 6 bị nén khi máy ngắt đóng, quá trình cắt được thực hiện bằng tay hay tự động. Khi chốt thả lỏng dưới tác dụng của lực nén lò xo 6, đầu tiếp xúc 1 nhanh chóng hạ xuống khi hồ quang xuất hiện bọt khí và hơi dầu áp suất cao dập tắt.

c) Đặc điểm

Vít giữ nắp vào thùng, với máy ngắt dầu yêu cầu lưu ý mức dầu, nếu dầu thấp quá khí bay lên khoảng trên do chưa làm mát đủ có thể gây nổ, nhưng dầu quá cao áp lực lớn cũng gây nổ, thích hợp là khoảng trống (20 ¸ 30)% thể tích thùng.

Máy ngắt nhiều dầu 35kV đặt máy biến dòng trong sứ xuyên mà dây sơ cấp chính là thanh dẫn trong sứ, cách điện sơ- thứ là sứ xuyên.

Máy ngắt nhiều dầu ở trên có nhược là kích thước to nên chỉ dùng ở điện áp 10kV, để khắc phục nhược này tại chỗ cắt bố trí thêm buồng dập hồ quang ngăn thành ngăn mỗi ngăn có một chỗ cắt. Thời gian cắt vẫn dài (0,15 0,2)0s, máy ngắt nhiều dầu có buồng dập hồ quang có thể chế tạo tới điện áp (35 220)kV.

Liên xô (cũ) chế tạo loại không buồng dập nhiều dầu BM, BM , BC loại có buồng MK ∏.

4123

Máy ngắt ít dầu

Cấu tạo - Nguyên lí (hình 11-31).

Hình 11-31: Cấu trúc máy ngắt ít dầu1.đầu tiếp xúc;2.buồng dập hồ quang;3.đầu tiếp xúc cố định;4.đầu tiếp xúc làm việcDầu chỉ làm việc dập hồ quang nên số lượng ít, loại này gọn, nhẹ, nhất thiết phải có buồng dập thổi ngang.

Thân máy kiểu treo gắn trên sứ cách điện cả ba pha trên cùng một khung đỡ, mỗi pha (cực) có một chỗ cắt với buồng dập tắt hồ quang riêng.

Có loại có thêm đầu tiếp xúc làm việc ở ngoài dùng cho máy có dòng định mức lớn.

Với máy ngắt ít dầu từ 35kV tới 110kV có một chỗ cắt trên một pha, máy ngắt điện áp cao hơn có nhiều chỗ ngắt hơn.

Liên xô cũ chế tạo BM -133; BM -10. Máy BM ∏-10kV; BM ∏∏, BM ∏ có dòng đến 3200A/10 dòng cắt tới 31,2kA. Thời gian dập hồ quang (0,015 0,025)s, tương ứng có loại M , M cải tiến thành B M20-90/11200 dùng cho máy phát điện có dòng tới Iđm=11200A.

Máy ngắt ít dầu thường dùng cho TBPP trong nhà có điện áp 6, 10, 20, 35 đến 110kV. TBPP ngoài trời 35, 110, 220kV có công suất lớn.

Máy ngắt không khí

Trong loại này hồ quang được dập tắt nhờ khí thổi của không khí được nén ở áp suất từ (8 20)at, cách điện bằng sứ hoặc vật liệu rắn.

Cấu trúc loại máy ngắt không khí rất khác nhau tùy điện áp định mức và khoảng cách các đầu tiếp xúc vào vị trí cắt và cách truyền không khí nén vào buồng dập hồ quang ví dụ hình 11-32.

Với máy ngắt không khí dòng định mức lớn có 2 phần:

+ mạch chính (dao cách li)

+ mạch dập hồ quang (buồng dập, điện trở shun)

Khí nén 200 N/cm2có thời gian dập 0,01s và toàn bộ thời gian tác động khoảng 0,17s.

Đặc điểm việc đóng cắt nhờ khí nén, máy ngắt hình 11-32 không tự đóng lại được, thường dùng cho máy phát điện công suất lớn.

Với TBPP ngoài trời loại máy ngắt không khí có buồng dập hồ quang từ 110kV có 2 hoặc nhiều chỗ cắt (220kV có 5 chỗ cắt, 330kV có 8 chỗ cắt, 500kV có 9 chỗ cắt). Máy 220kV trở lên còn thêm bộ phân áp bằng tụ và điện trở nhằm cân bằng áp giữa các đầu tiếp xúc của bộ cách li khi máy ngắt cắt.

Hình 11-32: Cấu trúc máy ngắt không khí1.bình chứa khí; 2.buồng dập hồ quang; 3.điện trở shun;4.đầu tiếp xúc chính; 5.bộ cách li; 6.bộ phân áp bằng tụCác yếu tố ảnh hưởng đến quá trình dập hồ quang gồm: trị số áp suất, tốc độ chảy khí nén, tần số riêng của lưới, khoảng cách giữa các tiếp điểm, diện tích lỗ thải khí cũng như hướng tác động của luồng khí nén vào thân hồ quang.

+ Đặc điểm: trên bình khí nén đặt tủ điều khiển gồm các van đóng mở khí nén, các nam châm điều khiển, các bộ tiếp điểm truyền động bằng khí nén, các hộp đấu nối mạch nhị thứ, các tín hiệu chỉ vị trí đóng mở, áp kế khí nén, công tơ đếm số lần đóng cắt,... Mỗi pha có bộ truyền động riêng nên máy ngắt không khí có thể đóng lại theo từng pha.

Các đầu tiếp xúc có thể đặt ngoài bình khí nén (lúc muốn đóng lại máy ngắt phải tháo khí bằng van để áp suất bình giảm còn khoảng 100N/cm2 lò xo mới đóng được) loại đặt trong bình khí nén thì tốc độ dập hồ quang nhanh hơn loại này chỗ cắt tùy thuộc Uđm (110kV - 1chỗ, 220kV - 2 chỗ, 330kV - 4 chỗ, 500kV - 6 chỗ, 750kV - 8 chỗ cắt).

Để phân bố điện áp trên các chỗ ngắt thì đều dùng bộ phân áp điện dung và điện trở. Loại BB - Uđm = 750kV thời gian cắt (0,02   0,025)s.

So với máy ngắt dầu máy ngắt không khí ưu điểm an toàn về nổ, cháy, tác động nhanh và có thể tự đóng lại, khả năng cắt lớn, độ mòn tiếp xúc ít dùng cả cho thiết bị ngoài trời và trong nhà. Tuy vậy đòi hỏi trạm khí nén, ống dẫn khí và cấu tạo các chi tiết phức tạp hơn.

Máy ngắt tự sinh khí

Đặc điểm: hồ quang được dập tắt bằng khí do vật liệu rắn tự sinh khí dưới tác dụng nhiệt độ cao của hồ quang còn cách điện cũng là vật liệu rắn hình 11-33 máy ngắt BH10 gọi là máy ngắt phụ tải.

Có hai tiếp xúc, tiếp xúc chính không nằm trong buồng dập hồ quang sẽ mở trước, tiếp xúc hồ quang mở sau (có cố định và di động) nằm trong buồng dập hồ quang, lúc hồ quang xuất hiện vật liệu sinh khí dưới tác dụng nhiệt độ cao bị đốt cháy sinh khí tạo áp suất lớn để dập hồ quang. Điều khiển máy ngắt bằng tay hoặc truyền động điện từ.

Loại máy ngắt phụ tải thường dùng cho mạng cung cấp xí nghiệp hoặc thành phố.

a) b)Hình 11-33: Máy ngắt phụ tải kiểu BH-10: a) hình dạng chung;b) buồng dập hồ quang

Máy ngắt điện từ

Chế tạo với điện áp 6 tới 10kV dòng Iđm = 3200A dòng cắt tới 40kA. Không cần dầu hay khí nén để dập hồ quang, các tiếp xúc chính và dập hồ quang đều nằm trong không khí, khi mở thì tiếp xúc hồ quang mở sau, hồ quang xuất hiện dưới tác dụng lực điện động hồ quang bị kéo vào khe dập, hồ quang làm đóng cuộn dây từ trường, từ trường tạo thành càng đẩy nhanh hồ quang (tới 30m/s) vào trong buồng dập để dập tắt sau khoảng (0,01   0,02)s.

Máy ngắt điện từ ưu điểm là an toàn về nổ cháy, hao mòn tiếp xúc it thuận lợi cho đóng mở thường xuyên. Nhược điểm là cấu tạo phức tạp chỉ chế tạo tới điện áp 15 tới 20kV, ít dùng ngoài trời.

Máy ngắt chân không

Do đặc điểm độ bền điện của chân không (áp suất 10-5   10-6 mmHg), cao hơn nhiều không khí thường, nên người ta dùng máy ngắt chân không.

Nguyên lí

Khi mở tiếp xúc, diện tích tiếp xúc giảm nhanh kim loại bị nóng chảy thành cầu nối, sau thời gian ngắn cầu nối kim loại hóa hơi ở giữa hồ quang, trong chân không các phân tử bị khuếch tán vào nhanh. Để giảm mức hóa hơi các tiếp xúc làm bằng kim loại khó nóng chảy.

Hình 11-34 cơ cấu buồng dập hồ quang cho phép điện áp 10kV thì đóng mở ở dòng 600A là 500 lần, với dòng 200A tới 30000 lần.

Loại này có nhược điểm dòng cắt không lớn, thường dùng cho các lò hồ quang. Hình 11-23 là mặt cắt của buồng đóng cắt chân không 12kV, 1250 A, dòng cắt 25kA.

Hình 11-35: Mặt cắt của buồng đóng cắt chân không 12kV, 1250A, 25kA.1.trục tĩnh;2. tấm chắn;3. sứ cách điện buồng; 4.ống xếp kim loại;5. dẫn hướng; 6. trục động; 7. các tiếp điểm mặt phẳng Hình 11-34: Cơ cấu buồng dập1,9.ống thép;2.hộp xếp;3.tiếp xúc di động;4,6.tiếp xúc nối bằng vofram;7.tiếp xúc cố định;5,8.tấm chắn kim loại;11.bình thủy tinh;12.bích thépMáy ngắt khí cách điện SF6 (GIS)

a) Khái niệm chung

Khí SF6 có khả năng dập tắt hồ quang rất cao nên được dùng để dập hồ quang trong máy ngắt khí. Trong loại máy ngắt này hồ quang được dịch chuyển trong khí SF6 khi máy ngắt mở. Trên các tiếp xúc cố định và di động gắn các nam châm tạo từ trường có hướng ngược nhau để làm dịch chuyển hồ quang thành hình xuyến trong SF6. Buồng dập làm bằng sứ chứa khí SF6.

Các máy 135, 110kV có một buồng dập trên một pha, 220kV có hai buồng dập trên một pha. Đặc biệt chế tạo máy ngắt nhiều hướng để thay cho nhiều máy ngắt một hướng. Trên máy ngắt có gắn áp kế chỉ áp suất SF6, hiện nay loại này chế tạo tới điện áp 750kV, công suất cắt Scđm tới (40000   50000)MVA. Tuy nhiên, chúng có nhược điểm là phải có thiết bị làm sạch khí SF6 nên giá thành còn cao. Máy ngắt khí cách điện SF6 được sử dụng từ khoảng năm 1969. Khoảng điện áp định mức từ 7,2 đến 800 kV, dòng điện cắt tới 63kA, trong trường hợp đặc biệt tới 80 kA.

Các ưu điểm của máy ngắt khí SF6 là: chắc chắn, trọng lượng thấp, độ tin cậy cao, an toàn chống điện áp tiếp xúc, bảo dưỡng dễ dàng và tuổi thọ cao. Thời gian lắp đặt tại chỗ ngắn vì sử dụng cấu kiện lắp sẵn và thử nghiệm tại nhà máy từng tổ lớn hoặc các gian hoàn chỉnh. Thiết bị GIS thường có cấu trúc môđun. Tất cả các bộ phận như thanh góp, dao cách li, máy ngắt, máy biến áp đo lường, đầu nối cáp đều nằm trong vỏ kín nối đất và chứa đầy khí SF6 .

Điện áp dưới 170 kV thì ba pha của máy ngắt thường có vỏ chung, khi có điện áp cao hơn các pha được tách riêng. Dưới điện áp 72,5 kV môi trường cách điện khí SF6 có thể được sử dụng ở áp suất thường. Khi ở điện áp cao hơn, áp suất khí làm việc từ 3,5 đến 4,5 bar, trong một số trường hợp tới 6 bar. Máy có điện áp nhỏ hơn 72,5 kV do áp suất khí thấp nên vỏ có thể làm bằng thép lá hàn kín. Máy ngắt điện áp cao hơn dùng vỏ bằng nhôm đúc không sắt từ, chống rỉ và chịu ăn mòn.

b) Môi trường khí SF6

Hình 11-36: Biểu đồ áp suất/ nhiệt độ của khí SF6 sạchP[bar]SF6[g/l]t[độ]020 40 60-60 -40 -20 10203040506012345678910Khí SF6 được sử dụng vừa làm môi trường cách điện vừa làm môi trường dập hồ quang. SF6 được sử dụng làm chất cách điện trong tất cả các bộ phận thiết bị và trong máy ngắt. Dùng để dập hồ quang vì do khí SF6 là khí mang điện tử âm, có độ bền điện môi ở áp suất khí quyển gấp khoảng ba lần không khí. SF6 là loại khí không độc, không mùi, trơ về hóa và có tính chất dập hồ quang tốt hơn không khí từ 3 đến 4 lần khi ở cùng một áp suất. Khí SF6 hiện nay không nằm trong danh mục các chất nguy hiểm. Bảo quản và sử dụng khí SF6 phải tuân theo các quy định (như theo IEC 376). Áp suất khí dập hồ quang từ 6 đến 7 bar. Quan hệ giữa áp suất và nhiệt độ của khí SF6 sạch cho trên hình 11-36. Áp suất khí được theo dõi trong buồng kín riêng và cả trong buồng máy ngắt. Cần tính đến tổn thất khí (dưới 1   trong một năm). Không cần đặt các thiết bị tự động đóng. Khi hồ quang xuất hiện sẽ làm phân giải một lượng nhỏ khí SF6, nhưng sau đó nó lại được kết hợp gần như hoàn toàn thành lại SF6. Các sản phẩm phân giải phản ứng với nước trong khí ẩm được kiểm soát bằng các bộ lọc khô đặt trong máy ngắt. Trước khi bơm khí SF6 cần làm thoát hàm lượng ẩm ban đầu.

c) Máy ngắt SF6 dùng cho điện áp 52 đến 72,5 kV

Loại này các ngăn thanh góp máy ngắt và buồng nhánh được phân cách với nhau và kín khí. Áp suất khí cách điện là 1 bar, khi nạp khí tạo nên áp suất dương 0,2 bar. Ngăn truyền động và điều khiển chứa không khí ở áp

suất thường. Ở đây đặt cơ cấu vận hành điều khiển điện và hệ thống theo dõi khí cho tất cả các ngăn có chứa khí của gian. Cửa trước có sơ đồ nhánh và các nút ấn có điều khiển cần thiết. Không đòi hỏi các tủ có điều khiển riêng. Các dao cách li điều khiển bằng động cơ là loại quay ba vị trí. Máy ngắt có cơ cấu thao tác lò xo tích năng lượng và làm việc theo nguyên lí tự thổi. Các ngăn khí dập hồ quang của máy ngắt ba cực được nối liên động và phân cách với ngăn khí cách điện. Áp suất định mức 6 bar được theo dõi bằng rơle tỉ trọng. Các máy biến dòng là máy kiểu trụ đỡ đổ nhựa có hai đến bốn lõi.

Các máy biến điện áp cảm ứng cũng đổ nhựa êpôxy, thường có dây quấn đo lường ở phía thứ cấp, dây quấn tam giác hở dùng cho bảo vệ sự cố chạm đất. Để thử nghiệm cáp bằng điện áp một chiều, phía sơ cấp của máy biến điện áp được ngắt từ bên ngoài. Bộ nối ngoài có thể phù hợp với cáp dầu hoặc cáp XLPE, các ống thanh góp dẫn SF6 cùng nối ra ngoài và các thanh góp có cách điện bằng chất rắn. Các kích thước nhỏ cho phép lắp ráp sẵn (hãng ABB có máy ngắt loại ENK - 2 có thể đáp ứng cấu hình cho loại trạm bất kì.

d) Máy ngắt SF6 dùng ở điện áp 72,5 đến 800 kV

Máy ngắt SF6 kiểu ELK của ABB, dùng cho điện áp từ 72,5 cho đến 800 kV. ABB sử dụng năm kích thước theo môđun có cùng thiết kế cơ sở. Cấu trúc theo môđun có ưu điểm là sản xuất được số lượng lớn, các cấu kiện tiêu chuẩn, bảo quản dự phòng đơn giản và tính năng đồng nhất. Bằng cách phối hợp các cấu kiện môđun kích thước khác nhau có thể tập hợp lại thành các thiết bị đóng cắt cho các cấu hình mạch cơ bản. Do vậy chúng có thể đáp ứng yêu cầu của mọi sơ đồ. Như chỉ dẫn chung, điểm đặt cho thiết bị hoàn toàn kín phải tuân theo các yêu cầu của DIN VDE 0101 dùng cho các trạm máy ngắt trong nhà. Gian xưởng cấu trúc gọn nhẹ, có một số thiết bị bảo vệ chống các sự cố bên ngoài. Máy ngắt SF6 cũng có thể đặt ngoài trời.

Các linh kiện

Các thanh góp được phân cách bằng sứ cách điện ở mỗi gian và tạo nên một bộ gồm các dao cách li thanh góp và cầu dao nối đất. Máy ngắt hoạt động theo nguyên lí tự thổi hay nén. Máy ngắt có từ một đến bốn chỗ ngắt trong một cực, phụ thuộc vào kích thước modul. Trong khi thao tác mở, pittông của mỗi buồng dập hồ quang phát khí SF6 có áp suất cần thiết để dập hồ quang. Cơ cấu lò xo thủy lực tác động lên một hoặc cả ba cực. Trong máy ngắt dùng nguyên lí nén, cơ năng của cơ cấu tác động được sử dụng để phát sinh dòng khí. Trái lại, máy ngắt tự động thổi sử dụng nhiệt năng của bản thân hồ quang, nó tiết kiệm tới 80% năng lượng tác động đòi hỏi. Cầu dao phụ tải được sử dụng trong các trạm phân phối nhỏ hơn.

Hình 11-37: Mặt cắt gian máy ngắt SF6 điện áp 420 đến 500kV của ABB1.thanh góp;2.dao cách li thanh góp;3.máy ngắt;4.dao cách li đường dây cung cấp;5.máy biến dòng;6.máy biến điện áp;7.ống nối ngoài;8.cầu dao nối đất bảo dưỡng;9.cầu dao nối đất tốc độ cao Chúng có khả năng cắt dòng điện tải, cắt và đóng máy biến áp cũng như cắt đường dây và cáp không tải.

Chúng có khả năng đóng dòng điện ngắn mạch và dẫn dòng điện ngắn mạch trong thời gian ngắn. Chúng cũng làm việc theo nguyên lí thổi áp lực và có cơ cấu tác động lò xo truyền động bằng động cơ. Các máy biến dòng dùng để đo lường và bảo vệ là kiểu lõi hình xuyến, có thể bố trí trước hoặc sau máy ngắt tùy theo quan niệm bảo vệ. Cách điện sơ cấp do khí SF6 đảm nhiệm. Các máy biến điện áp đo lường và bảo vệ có thể được nối ở phía thứ cấp, hai dây quấn đo và dây quấn nối tam giác hở để phát hiện sự cố chạm đất.

Các máy biến điện áp cảm ứng đặt trong vỏ chứa khí SF6 cũng sử dụng máy biến điện áp cách điện lá với SF6 làm chất cách điện chính. Cũng có thể sử dụng các máy biến điện áp điện dung, thường đối với điện áp trên 300 kV. Tụ điện cao áp loại cách điện dầu và chứa khí SF6 trong vỏ. Các tụ hạ áp và các thiết bị hòa hợp điện cảm được đặt trong tủ riêng có vỏ nối đất. Cũng cho phép các đầu điện dung phối hợp với các bộ khếch đại đo lường điện tử. Hộp đầu cáp có thể thích hợp với mọi loại cáp cao áp có tiết diện đến 2000 mm2. Các tiếp điểm cách li và phương tiện nối được sử dụng để thử nghiệm cáp ở điện áp một chiều.

Nếu là dao cách li nhánh phải mở đủ rộng trong quá trình thử nghiệm. Cầu dao nối đất tốc độ cao có khả năng đóng dòng ngắn mạch hoàn toàn. Đạt được tốc độ đóng cao nhờ cơ cấu tác động lò xo truyền động bằng động cơ, có thể thao tác bằng tay. Cầu dao nối đất bảo dưỡng (đáp ứng yêu cầu có thể có trong quá trình sản xuất) thường được đặt trước hoặc sau máy ngắt. Bình thường chúng được lắp trên vỏ cách điện và được thao tác

bằng tay hoặc chỉ bằng động cơ khi phía cao áp không có điện. Có thể bỏ cầu dao nối đất bảo dưỡng sau máy ngắt, nếu đã có cầu dao nối đất tốc độ cao ở phía đường dây. Ống nối SF6 ngoài trời cho phép máy ngắt kiểu vỏ kín được nối tới đường dây trên không hoặc các đầu cuối của máy biến áp.

Ống nối đầu SF 6 của máy biến điện áp được nối trực tiếp với máy ngắt không qua ghép nối ngoài trời. Ống nối được bắt bulông trực tiếp vào thùng máy biến áp.

Hình 11-38: Máy ngắt của hãng E.I.BLoại điện áp tới 52kV, dòng cắt 12,5 kACác ống mềm phải chịu dãn nở nhiệt và dung sai lắp đặt. Mỗi gian có tủ điều khiển chứa tất cả thiết bị cần thiết cho điều khiển, tín hiệu hóa, giám sát và cấp nguồn tự dùng (bố trí gian máy ngắt xem hình 11 -37). Loại vỏ nhôm kín khí có trọng lượng thấp và chỉ yêu cầu nền móng nhẹ.

Vỏ bọc quanh phần có điện dựa trên cách điện nhựa và được cách điện với vỏ bằng khí SF6 có áp suất 3,5 đến 4,5 bar.

Rào cách điện chia gian thành các ngăn khí được hàn kín với nhau.

Điều đó làm giảm tối thiểu các ảnh hưởng của các linh kiện khác(ví dụ khi mở rộng trạm hoặc trong trường hợp sự cố), như vậy làm đơn giản việc kiểm tra và bảo dưỡng. Mặt bích nối có vòng đệm không lão hóa. Lượng khí rò chỉ có thể thoát ra ngoài mà không nằm ở giữa các ngăn.

Máy ngắt hình 11-37 trên có 3 buồng dập hồ quang trên một pha. Phụ thuộc vào khả năng cắt, một cực có thể có đến 4 buồng dập nối tiếp nhau. Các máy ngắt có thể làm việc với dòng điện cắt đến 63 kA.

Trong các nhánh nơi chỉ phải cắt dòng điện tải, có điện áp định mức 362 kV, có thể sử dụng cầu dao phụ tải thay cho máy ngắt vì lí do kinh tế. Mỗi bộ cầu dao có cơ cấu thao tác dễ dàng, vận hành bằng tay trong trường hợp khẩn cấp (bố trí ngoài vỏ).

e) Giới thiệu máy ngắt của các hãng AEG và E.I.B

Hình 11-40 là sơ đồ các quá trình tác động cắt của máy ngắt khí SF6 kiểu pitông do AEG sản xuất, hình 11-38 một loại máy ngắt của E.I.B.

Hình 11-39 là sơ đồ mặt cắt máy ngắt AR 12 của ABB.

Hình 11-39. Máy ngắt AR 12(sơ đồ cắt dọc một cực)1.trụ đỡ cách điện2.bộ lọc3.vòng tiếp xúc4.xy lanh dẫn điện chính5.ống tiếp xúc cố định6.vỏ bao quanh7.mũi cách li8.ống tiếp xúc di chuyển9.xilanh nén10-píttông cố định11.thanh truyền động12.đồng hồ áp kế13.các bulông chống14.tấm lót15.bảng nối điện16.xy lanh dẫn động17.hộp van18.thùng khí nén19.ổ cắm nối điện20-công tắc bổ trợ(phụ)21.kết cấu phía dưới

Hình 11-40: Sơ đồ quá trình cắt tiếp điểm máy ngắt kiểu píttông của ABBa)Vị trí píttông đóng, b) Cắt dòng điện ngắn mạch, c)Cắt các dòng điện nhỏ, d)Píttông mở1.tiếp điểm hồ quang;2.mũi cách li;3.tiếp điểm làm việc;4.tiếp điểm hồ quang;5.tiếp điểm làm việc;6.buồng áp suất lớn;7.tiếp điểm làm việc;8.van;9.xilanh nén áp lực lớn; 10.xilanh ; 11.van

Máy ngắt tự đóng lại 3 pha điều khiển bằng điện tử

Giới thiệu

Máy ngắt tự động đóng lại (Recloser) điều khiển điện tử là một thiết bị bảo vệ quá dòng rất tin cậy, dùng cho lưới phân phối điện áp đến 38 kV.

Hình 11-41: Máy ngắt tự động đóng lại loại VWVE27 điều khiển điện tử dập quang trong dầu

Do kết cấu gọn nhẹ, các thiết bị này dễ dàng lắp đặt trên trụ hay trong các trạm. Nhờ bộ phận điều khiển tự động đóng lại, các máy tự động đóng lại này cho phép có được sự phối hợp rất tốt và có khả năng ứng dụng mà các thiết bị bảo vệ khác của hệ thống khó thể có được.

Hoạt động của máy ngắt tự động đóng lại được lập trình trong một bộ điều khiển điện tử có đặc tính cắt theo số lần đặt trước và thời gian tự động đóng lại chính xác. Chương trình làm việc rất chính xác và cố định, cho phép phối hợp chặt chẽ với các thiết bị bảo vệ khác trong hệ thống điện. Khi yêu cầu bảo vệ của hệ thống thay đổi, việc chỉnh định các giá trị đặt cho chương trình dễ dàng thực hiện mà không làm mất đi cấp chính xác hay tính nhất quán của bảo vệ trước đó.

Các loại máy ngắt tự động đóng lại đã có như loại Kyle trong nhóm W - VWE, VWVE27, VWVE38X, WE, WVE27 và WVE38X có dãy thông số định mức rộng đáp ứng được các nhu cầu khác nhau của hệ thống điện. Ngoài ra các phụ kiện điều khiển cho phép đáp ứng chương trình bảo vệ đạt tính linh động tối đa khi vận hành hệ thống.

Thông số định mức và đặc điểm

Máy ngắt tự động đóng lại 3 pha bảo vệ cho hệ thống loại WE và VWE có điện áp định mức từ 2,4 đến 14,4 k V. Loại VWE27 hay VWVE27 có thể dùng cho hệ thống có điện áp định mức đến 24,9 kV. Bảo vệ cho hệ thống điện áp cao hơn (24,9 kV đến 34,5 kV) sẽ dùng máy ngắt tự động đóng lại loại WVE38X và VWVE38X. Bảng 11.6 ghi tóm tắt các thông số định mức cho nhóm máy ngắt tự động đóng loại này.

* Có thể tăng lên 800A

Hoạt động

Máy biến dòng cảm nhận đặt trong máy ngắt tự động đóng lại cung cấp tín hiệu phát hiện sự cố đến bộ điều khiển điện tử. Tín hiệu đóng và cắt từ bộ điều khiển sẽ làm mạch điện trong máy ngắt tự động đóng lại hoạt động. Các loại máy ngắt tự động đóng lại tuy có trị định mức khác nhau nhưng vẫn sử dụng một tỉ số biến dòng duy nhất nên giá trị cắt nhỏ nhất không phụ thuộc vào giá trị dòng làm việc và định mức cắt của máy ngắt tự động đóng lại. Ngoài ra việc lựa chọn các đặc tính thời gian - dòng điện từ các đường cong có sẵn, các giá trị cắt tối thiểu, thời gian chỉnh định đóng hay reset và những phụ kiện làm cho việc phối hợp của máy ngắt tự động đóng lại với các thiết bị khác rất linh hoạt.

BẢNG 6: Tóm tắt các thông số định mức

Điện áp định mức (kV)	Dòng điện làm việc liên tục lớn nhất (A)	Định mức dòng cắt lớn nhất ở điện áp định mức (A - đối xứng)	Môi trườn dập tả hồ qu
14,414,424,924,934,534,5	560*560*560*560*560*560*	1000012000800012000800012000	DầuC không Chân không

			Chân không

Cuộn dây đóng

Tiếp điểm chính của máy ngắt tự động đóng lại nhờ cuộn dây đóng, quá trình đóng đồng thời tích đủ năng lượng cho cơ cấu cắt. Cuộn dây điện áp cao được nối vào hệ thống từ phía nguồn của máy ngắt tự động đóng lại, việc lựa chọn điện áp định mức của cuộn dây căn cứ vào áp dây của điện áp lưới đang làm việc. Có thể chọn cuộn dây điện áp thấp, khi đó điện áp tự dùng phải được cung cấp cho máy ngắt tự động đóng lại.

Cắt hồ quang trong môi trường dầu hay trong chân không

Có nhiều loại môi trường cắt cho máy ngắt tự động đóng lại. Máy ngắt tự động đóng lại loại WE, WVE27WE và WVE38 sử dụng dầu làm môi trường dập tắt hồ quang. Tiếp điểm loại cầu gồm hai tiếp điểm nối tiếp trên mỗi pha. Buồng dập hồ quang kiểu tự sinh riêng biệt hiệu quả, từ mức tải nhỏ nhất đến mức dòng sự cố lớn nhất.

Máy ngắt tự động đóng lại loại VWVE dùng chân không làm môi trường cắt hồ quang, có tuổi thọ tiếp điểm và chu kì làm việc dài hơn. Việc cắt từng pha được thực hiện nhờ cơ cấu tiếp điểm nằm trong buồng cắt chân không, khi đó tất cả hồ quang sinh ra đều nằm trong chân không. Việc cắt hồ quang ở mức năng lượng bé trong chân không giúp cho máy ngắt tự động đóng lại làm việc nhẹ nhàng hơn và kéo dài tuổi thọ cơ cấu đóng cắt.

Do đó máy ngắt tự động đóng lại với cơ cấu cắt trong chân không rất ít khi cần bảo trì, thời gian giữa hai lần thay dầu cũng dài hơn do cách điện không bị nhiễm bẩn trong quá trình cắt hồ quang.

Bảo vệ quá điện áp

Máy ngắt tự động đóng lại được bảo vệ quá điện áp nhờ các chống sét, lắp cả hai phía nguồn và tải (hoặc lắp phía nguồn nếu chỉ bảo vệ quá điện áp cho một phía) cho trường hợp máy ngắt tự động đóng lại lắp trên đường dây và chống sét lắp phía tải, trường hợp máy ngắt tự động đóng lại lắp tại trạm được trình bày sau.

Một bộ máy ngắt tự động đóng lại điều khiển điện tử gồm các phần sau:

Máy ngắt tự động đóng lại và phụ kiện.

Bộ điều khiển điện tử và phụ kiện.

Cáp nối mạch điều khiển.

Phụ kiện treo máy ngắt tự động đóng lại (theo yêu cầu).

Đặc điểm và mô tả chi tiết

Máy ngắt tự động đóng lại như loại Kyle (dầu) ba pha, nhóm W điều chỉnh rộng, lập trình được của bộ điều khiển điện tử cho phép thỏa mãn các yêu cầu đa dạng.

Có thể lựa chọn môi trường dập tắt hồ quang trong dầu hay trong chân không.

* Máy ngắt tự động đóng lại dầu loại WE, WVE và WVE38X (hình 11-42)

Hình 11-42: Cơ cấu đơn giản của máy ngắt tự đóng lại loại WE điều khiển điện tử (Kết cấu các loại WVE27, WVE38X,...tương tự, trừ buồng cắt chân không với các loại VWE, VWVE27 và VWVE38X

Tiếp điểm dạng cầu nối giúp ngắt dòng ra làm hai phần nối tiếp nhau trên mỗi pha. Mỗi tiếp điểm ngắt dòng nằm trong buồng dập hồ quang riêng, kiểu tự sinh, có rãnh hở, giúp máy ngắt tự động đóng lại cắt dòng một cách hiệu quả.

* Máy ngắt tự động đóng lại chân không loại VWE, VWVE27 và VWVE38

Việc cắt dòng trong từng pha được thực hiện bằng một bộ tiếp điểm đặt riêng trong buồng dập hồ quang chân không. Việc cắt hồ quang năng lượng thấp trong chân không giúp kéo dài chu kì làm việc, giảm ồn, nâng cao tuổi thọ cơ cấu truyền động của máy ngắt tự động đóng lại. Lực đóng tiếp điểm là do cuộn dây đóng, cuộn này được cấp điện từ điện áp dây, lấy ngay trong máy ngắt tự động đóng lại.

Cuộn dây này đóng tất cả các tiếp điểm chính của ba pha, đồng thời nén lò xo nhả để chuẩn bị cho quá trình cắt tiếp theo. Bộ điều khiển cung cấp tín hiệu để đóng/cắt.

Ba biến dòng tỉ số 1000:1 đặt trong máy ngắt tự động đóng lại có nhiệm vụ phát hiện dòng sự cố. Các biến dòng này liên tục đo dòng điện, cảm nhận bằng một mạch điện tử. Khi dòng trong mạch tăng cao hơn mức dòng điện cắt nhỏ nhất và sau một thời gian trễ, bộ điều khiển cấp điện cho cuộn dây cắt, làm nhả lò xo, mở các tiếp điểm chính của ba pha. Nếu có lập trình tự đóng lại, bộ điều khiển sẽ kích hoạt cơ cấu đóng. Máy ngắt tự động đóng lại được thiết kế theo kiểu tự vận hành mà không cần nguồn độc lập nào bên ngoài (trừ khi có yêu cầu bởi vài phụ kiện).

Hình 11-43: Máy ngắt tự đóng lại chân không loại VWVE38X(tháo khỏi vỏ thùng)

Bộ phận điều khiển máy ngắt tự động đóng lại bằng mạch điện tử giúp cài đặt đơn giản trình tự cắt sự cố quá dòng pha và đất sẽ khóa máy ngắt tự động đóng lại. Trị số cắt dòng sự cố pha hoặc đất là nhỏ nhất, thời gian cắt, đóng lại và thời gian reset được chỉnh đặt tại bộ điều khiển mà không cần cắt điện máy. Do có thể lựa chọn 2 đường cong bảo vệ (thời gian - dòng điện) trong vô số các đường cong nên việc sử dụng máy ngắt tự động đóng lại bảo vệ trên lưới rất linh hoạt.

c) Cấu tạo

Giống như các loại máy ngắt tự động đóng lại khác của hãng Kyle, những loại máy ngắt tự động đóng lại đều được thiết kế có tuổi thọ làm việc cao và ít cần bảo trì nhất. Nắp được đúc bằng nhôm. Thùng làm bằng thép cứng, mặt ngoài sơn polister. (Munsell5BG 7,0/0,4; màu chuẩn là xanh nhạt).

Một vòng đệm lót nằm lọt trong rãnh giúp giữ kín dầu và tạo mối ghép rất

kín giữa nắp và thùng bất chấp các điều kiện thời tiết. Van lấy mẫu dầu và xả dầu 0,5 inch nằm gần đáy thùng.

Máy ngắt tự động đóng lại được giữ bằng các bu lon bắt nắp với giá treo. Toàn bộ cơ cấu làm việc bên trong đều được treo gắn với nắp cho phép tháo rời vỏ thùng ra mà không ảnh hưởng gì đến cơ cấu truyền động cũng như các bộ phận của nắp máy.

Ba buồng cắt chân không cố định trên các ống đỡ làm bằng sợi epoxy thủy tinh có độ bền điện và bền cơ cao, khả năng chống ẩm tốt.

Buồng cắt hồ quang trong dầu (hình 11-44)

Hình 11-44: Buồng dập hồ quang trong dầu Hình 11-45:Buồng dập hồ quang trong chân không

Các máy ngắt tự động đóng lại loại WE, WVE27 và WVE38X dùng dầu làm môi trường dập tắt hồ quang. Việc dập tắt hồ quang nhanh chóng (xuống còn 2,5 chu kì) được thực hiện nhờ tiếp điểm loại cầu nối, tạo ra tiếp điểm nối tiếp trên mỗi pha. Tiếp điểm động dạng lưỡi lê, làm bằng hợp kim tungsten mạ bạc, có tính chịu mài mòn và độ dẫn điện tốt. Tiếp điểm tĩnh dạng hoa tulip mạ bạc, định vị bằng lò xo đàn hồi. Tiếp điểm tự

làm sạch nhờ thao tác chà sát khi đóng và mở. Mỗi tiếp điểm có một cơ cấu dập hồ quang riêng loại tự sinh, gồm các buồng hồ quang có rãnh thoát ghép lại.

Buồng cắt hồ quang trong chân không (hình 11-45)

Các Máy ngắt tự động đóng lại loại VWE, VWVE27 và VWVE38X sử dụng buồng cắt hồ quang trong chân không. Buồng cắt trong chân không dập hồ quang ở mức năng lượng thấp nhanh chóng, kéo dài tuổi thọ tiếp điểm và tuổi thọ buồng cắt, tạo ứng suất cơ học nhỏ và có mức độ an toàn cao.

Hình 11-46: Sơ đồ cung cấp điện áp cho cuộn dây solenoid đóng điện cao áp

Khi dập tắt hồ quang trong chân không, tuổi thọ của buồng cắt và tiếp điểm lớn hơn nhiều lần so với trong dầu và máy ngắt tự động đóng lại gần như không cần bảo trì. Ngoài ra ứng suất cơ học và độ độ mài mòn của các cơ cấu đều giảm đáng kể vì khoảng dịch chuyển của các tiếp điểm trong trường hợp này ngắn hơn. Các buồng cắt hồ quang trong chân không được thiết kế với vỏ buồng cắt bằng hợp kim gốm có độ bền cao và duy trì độ chân không lâu dài. Loại hợp kim gốm - nhôm có độ bền gấp 5 lần thủy tinh, có thể được gia công xử lí ở nhiệt độ cao hơn, để sản phẩm có độ tinh khiết cũng như độ chân không cao vì khí helium không lọt vào được. Bên trong buồng cắt là một bộ tiếp điểm động và tĩnh. Tiếp điểm động di chuyển với khoảng di chuyển độ 0,5 inch. Trục của nó luồn trong ống đỡ đàn hồi duy trì độ chân không. Các tiếp điểm làm bằng một loại hợp kim đặc biệt không bị hàn dính. Do chỉ cần một lượng nhiễm bẩn nhỏ nhất bên trong buồng cũng có thể giảm đi đáng kể tuổi thọ của buồng cắt chân không, nên việc sản xuất các buồng cắt chân không này được thực hiện trong các phòng siêu sạch, tránh mọi nguồn gây nhiễm bẩn nhỏ nhất.

d) Hoạt động của máy ngắt tự động đóng lại

Cắt: khi dòng tải tăng, vượt quá giá trị cắt nhỏ nhất tương ứng với đặc tính thời gian - dòng điện đặt trước của máy ngắt tự động đóng lại thì bộ điều khiển sẽ cấp điện cho cuộn dây cắt. Cuộn này làm nhả chốt gài lò xo và mở tiếp điểm. Thời gian mở tối đa là 2,7 chu kì đối với các loại VWE, VWVE, WE, WVE.

Đóng:lực đóng cũng là lực để nén lò xo nhả, được cung cấp từ một cuộn dây đóng hoạt động ở điện áp cao. Khi các tiếp điểm của máy ngắt tự động đóng lại, píttông của cuộn dây bị gài ở vị trí dưới, chốt này sẽ nhả đồng thời với khi lò xo nhả bung ra và píttông của cuộn dây chạy lên chuẩn bị cho hành trình kế tiếp đóng máy ngắt.

Vào thời điểm đóng lại được lập trình trước, bộ điều khiển điện tử cấp điện cho cuộn dây kiểu xoay. Khi đó píttông bị hút vào cuộn dây, làm đóng các tiếp điểm của máy ngắt tự động đóng lại và đồng thời nén các lò xo nhả. Hành trình của píttông cũng cắt điện 2 tiếp điểm công tắc tơ cao áp, làm cuộn dây đóng mất điện. Cơ cấu truyền động của máy ngắt tự động đóng lại khi đóng sẽ mở một tiếp điểm trên mạch cuộn dây xoay làm mất điện cung cấp đến cuộn dây xoay. Dây xoay này đóng 2 tiếp điểm nối tiếp (trên mạch cuộn dây đóng) trong thời gian ngắn và cấp điện áp dây cho cuộn dây đóng. Cuộn dây đóng (hình 11-46) được thiết kế làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, không liên tục. Trường hợp píttông của cuộn dây hay tiếp điểm trên mạch của cuộn đóng có vấn đề làm cho cuộn dây đóng có điện trong một thời gian kéo dài thì cầu chì bảo vệ cuộn dây đóng sẽ cắt mạch cao áp để tránh cuộn dây đóng bị cháy.

Thao tác bằng tay

Máy cắt tự động đóng lại có thể cắt bằng tay vào bất kì lúc nào bằng cách kéo cần thao tác nằm dưới tủ điều khiển, kéo cần lên sẽ sẵn sàng cho máy ngắt tự động đóng lại vào trạng thái đóng, tuy vậy tiếp điểm chính của máy ngắt tự động đóng lại chưa đóng. Máy ngắt tự động đóng lại chỉ đóng khi kéo cần lên, vặn tay vặn ở mặt trước tủ điều khiển qua vị trí đóng và điện áp cao phía nguồn đã được cấp đến máy ngắt tự động đóng lại. Một cờ chỉ thị màu đỏ nằm kế cần thao tác cho biết tình trạng đóng hoặc cắt của tiếp điểm của máy ngắt tự động đóng lại.

Đo lường tín hiệu dòng

Máy ngắt tự động đóng lại có 3 biến dòng tỉ số 1000:1. Các biến dòng đo được cả dòng pha và dòng đất (dòng thứ tự 0), chúng được nối tới tủ điều khiển nhờ một dây cáp dài, nhờ vậy cho phép lắp đặt được bộ điều khiển xa máy ngắt tự động đóng lại.

Tủ điều khiển điện tử

Máy ngắt tự động đóng lại loại VWE, VWVE27, VWVE38, WE, WVE27 và WVE được điều khiển bằng tủ điều khiển điện tử. Có thể dùng nhiều loại tủ điều khiển khác nhau (tùy yêu cầu). Sau đây giới thiệu sơ lược về tủ điều khiển vi xử lí F4C.

Hình 11-47 là tủ điều khiển máy ngắt tự động đóng lại loại 4C - ME, dùng kĩ thuật vi xử lí để vận hành và có độ linh hoạt cao. Tất cả các thông số điều khiển chuẩn gồm: dòng cắt sự cố chạm đất nhỏ nhất, lựa chọn đặc tuyến dòng điện - thời gian, trình tự làm việc của máy ngắt tự động đóng lại có thể hoàn toàn lập trình được. Dùng bàn phím đơn giản để lập trình cho tủ điều khiển, các phím chức năng chuyên dùng và màn hình LCD (tinh thể lỏng) cho phép dễ dàng lập trình và kiểm tra lại các trị số đã đặt. Bộ điều khiển được trang bị 41 đặc tuyến dòng điện - thời gian chọn bằng phím, có thể chuyển đổi được giữa các giá trị pha và đất. Mỗi đặc tuyến có thể được thay đổi hoặc theo chiều thẳng đứng, hoặc cộng thêm một hằng số vào trục thời gian và như thế tạo ra vô số đặc tuyến. 10 mặt hiển thị LCD ở mặt trước tủ cho biết ngay tình trạng của bộ điều khiển và máy ngắt tự động đóng lại. Bộ điều khiển có các đặc điểm chuẩn như: giám sát, hiển thị trạng thái từ xa, hiển thị sự cố nhờ màn hình LCD và bộ đếm, bộ ghi các sự kiện, đo đạc dòng cũng như hiển thị đồ thị phụ tải.Bộ điều khiển vi xử lí cũng có thể được trang bị một card input/output (đầu vào/ đầu ra) nhằm mở rộng khả năng giám sát của bộ điều khiển.

Tủ điều khiển từ FXA

Bộ điều khiển vi xử lí FXA có các khả năng xử lí dữ liệu rất mạnh và tính linh hoạt cao cũng như độ tin cậy cao trong vận hành. Bộ điều khiển FXA có khả năng bảo vệ quá dòng pha / đất với các tầm rất rộng để đặt các giá trị cắt, các đường cong dòng điện thời gian, các chế độ điều khiển.

11 LED chỉ thị cho phép quan sát các tình trạng hoạt động của máy ngắt tự động đóng lại. Bộ điều khiển FXA có khả năng mở rộng khi hoạt động trong hệ thống SCADA. Bộ điều khiển FXA có khả năng giao tiếp được với máy tính, do đó tất cả các thông số hoạt động dễ dàng cài đặt thông qua chương trình này chạy trên môi trường Window.

Trong phần mềm của bộ điều khiển FXA có một thư viện chuẩn cùng 41 đường cong thời gian - dòng điện giúp cho việc phối hợp bảo vệ. Chương trình TTC Editor đi kèm theo phần mềm này cho phép người sử dụng tạo ra những đường cong cần thiết cho việc phối hợp bảo vệ. Ngoài ra còn cho phép đọc các dữ liệu ghi nhận được trong quá trình hoạt động.

Thiết bị chống sét
Phần này trình bày khái niệm về thiết bị chống sét

THIẾT BỊ CHỐNG SÉT

KHÁI NIỆM

Thiết bị chống sét là thiết bị được ghép song song với thiết bị điện để bảo vệ quá điện áp khí quyển. Khi xuất hiện quá điện áp nó sẽ phóng điện trước làm giảm trị số quá điện áp đặt lên cách điện của thiết bị và khi hết quá điện áp sẽ tự động dập tắt hồ quang của dòng điện xoay chiều, phục hồi trạng thái làm việc bình thường. Để làm được nhiệm vụ trên thiết bị chống sét cần đạt các điều kiện sau đây:

Có đặc tính Vôn - giây (V-s) thấp hơn đặc tính V-s của cách điện

Đây là yêu cầu cơ bản nhất vì nó liên quan đến tác dụng và lí do tồn tại của thiết bị chống sét. Tuy nhiên thực hiện việc phối hợp đặc tính V-s như vậy không dễ dàng. Trong thiết kế và chế tạo thiết bị điện thường dùng các biện pháp làm đều điện trường để nâng cao cường độ cách điện và dải kết cấu của cách điện. Do cách điện thường có đặc tính V-s tương đối bằng phẳng và đặc tính V-s của thiết bị chống sét cũng phải bằng phẳng để không xảy ra giao chéo ở khoảng thời gian bé (hình 12-1).

Ua)b)tHình 12-1: Đặc tính V-s Loại khe hở bảo vệ và loại chống sét ống (PT) do kết cấu điện cực kiểu thanh-thanh nên trường giữa các điện cực phân bố rất không đều, điện áp phóng điện tăng cao khi thời gian phóng điện bé khiến đường đặc tính V-s dốc do đó không thể phối hợp tốt được với đặc tính V-s của các thiết bị trong trạm. Các thiết bị chống sét loại này thường chỉ dùng bảo vệ cho cách điện đường dây vì đặc tính xung kích của cách điện đường dây có dạng tương tự.

Thiết bị chống sét trạm thường là chống sét van (PB), trong cấu tạo đã dùng nhiều biện pháp để đặc tính V-s tương đối bằng phẳng.

Có khả năng dập tắt nhanh chóng hồ quang của dòng xoay chiều

Khi quá điện áp, thiết bị chống sét làm việc (phóng điện) để tản dòng xuống đất đồng thời tạo nên ngắn mạch chạm đất. Khi hết quá điện áp phải nhanh chóng dập tắt hồ quang của dòng ngắn mạch chạm đất trước khi bộ phận bảo vệ rơ le làm việc để hệ thống điện được tiếp tục vận hành an toàn.

Tùy theo các nguyên tắc và biện pháp dập hồ quang khác nhau mà thiết bị chống sét được phân ra các loại chống sét ống, chống sét van, chống sét van - từ,... Loại khe hở bảo vệ không có bộ phận dập hồ quang nên khi nó làm việc nếu dòng điện ngắn mạch chạm đất của lưới điện lớn thì hồ quang sẽ không tự dập tắt và ngắn mạch chạm đất kéo dài. Do đó loại này chỉ dùng bảo vệ đường dây trong các lưới có dòng ngắn mạch chạm đất bé (lưới có trung tính cách điện hoặc nối đất qua cuộn dây hồ quang) hoặc khi có phối hợp với thiết bị tự động đóng lại (TĐL) để bảo đảm cung cấp điện liên tục.

Loại chống sét ống dựa vào các chất sinh khí để tự dập hồ quang (tương tự máy ngắt phụ tải).

Loại chống sét van có trang bị dập hồ quang hoàn chỉnh hơn dựa trên nguyên tắc chia cắt hồ quang thành nhiều đoạn ngắn và dùng điện trở không đường thẳng để hạn chế trị số dòng điện hồ quang (dòng xoay chiều).

Loại chống sét van từ có bộ phận dập hồ quang phức tạp hơn chống sét van bởi nó dùng thêm từ trường để di chuyển hồ quang nên dập được hồ quang có trị số dòng điện lớn hơn nhiều.

Có mức điện áp dư thấp so với cách điện của thiết bị được bảo vệ

Sau khi phóng điện, điện áp còn trên thiết bị chống sét (áp dư) sẽ tác dụng lên cách điện của thiết bị, nếu điện áp này lớn vẫn có thể gây nguy hiểm cho thiết bị điện.

Với loại khe hở bảo vệ và chống sét ống giảm điện áp dư chủ yếu bằng cách giảm điện trở của bộ phận nối đất (áp dư Udư=Is.RXK).

Ở chống sét van bên cạnh việc giảm trị điện trở không đường thẳng phải hạn chế dòng điện qua nó không lớn quá trị số quy định (5kA hoặc 10kA), để điện trở vilit không bị quá nóng và duy trì được mức điện áp tương đối ổn định. Hạn chế dòng qua chống sét chủ yếu dựa vào biện pháp bảo vệ ở đoạn tới trạm.

Thiết bị chống sét không được làm việc (phóng điện) khi có quá điện áp nội bộ

Yêu cầu này thực hiện bằng cách điều chỉnh (khoảng cách) khe hở phóng điện của thiết bị chống sét.

Ngoài bốn yêu cầu trên với từng loại còn yêu cầu riêng, cần thêm rằng vai trò chống sét trong trạm biến áp rất quan trọng vì nó quyết định việc lựa chọn mức cách điện xung kích của thiết bị, tức là liên quan đến kết cấu và giá thành thiết bị. Việc phát huy tác dụng của thiết bị chống sét không những phụ thuộc đặc điểm riêng của chúng mà còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như cải thiện bộ phận nối đất, sơ đồ truyền sóng, phần bảo vệ đoạn tới trạm, vị trí đặt thiết bị chống sét ,...

THIẾT BỊ CHỐNG SÉT ỐNG (PT)

Cấu tạo (hình 12-2)

Phần chính 1 của thiết bị là ống làm bằng vật liệu tự sinh khí, chất phibro-bakêlít với loại (PT) hoặc chất dẻo viniplast với loại (PTB), một đầu có nắp kim loại giữ điện cực thanh còn đầu kia hở và đặt điện cực hình xuyến 3.

Khe hở S gọi là khe hở trong (hoặc khe hở dập hồ quang) còn S2 là khe hở ngoài có tác dụng cách li thân ống với đường dây để nó không bị hư hỏng do dòng dò.

Hình 12-2: Chống sét ốngNguyên lí

Khi có quá điện áp cả hai khe hở sẽ phóng điện dòng điện sét qua chống sét đi vào bộ phận nối đất. Sau khi hết dòng điện xung kích, sẽ có dòng điện tần số công nghiệp (dòng ngắn mạch chạm đất) đi qua chống sét. Dưới tác dụng của hồ quang do dòng ngắn mạch sinh ra chất sinh khí bị phát nóng sản sinh nhiều khí, áp suất khí tăng tới vài chục at, và thổi tắt hồ quang (thổi về phía đầu hở ống 3, ngay khi dòng xoay chiều qua trị số 0 lần đầu tiên).

Hình 12-3 là sự biến thiên của điện áp xung kích khi chống sét làm việc. Đặc tính V-s phụ thuộc vào khoảng cách khe hở trong và ngoài của chống sét và có dạng giống như khe hở bảo vệ hình 12-3. Sau khi phóng điện điện áp dư trên chống sét là phần điện áp giáng trên bộ phận nối đất do đó các nơi đặt chống sét ống cần nối đất tốt. Độ dài khe hở ngoài được chọn theo điều kiện phối hợp cách điện (phối hợp đặc tính V-s) và có thể điều chỉnh trong phạm vi nhất định, còn khe hở trong quyết định bởi khả năng dập hồ quang. Để dập được hồ quang trong ống cần đủ khí, điều này phụ thuộc vào dòng điện hồ quang, do vậy phải quy định giới hạn của dòng điện hồ quang. Thay đổi khoảng cách S và đường kính trong của ống sinh khí sẽ làm thay đổi giới hạn dòng điện. Khi đặt chống sét ở bất kì điểm nào trong lưới điện cần phải kiểm tra dòng ngắn mạch nối đất tại điểm đó, để đảm bảo chống sét có thể tự dập tắt được hồ quang mà không bị hư hỏng. Khi chống sét làm việc

nhiều lần, chất sinh khí sẽ hao mòn, ống sẽ rỗng hơn lượng khí sẽ không đủ để dập tắt hồ quang. Khi đường kính trong ống tăng quá (20 25)% so với trị số đầu thì chống sét xem như mất tác dụng.

12t[s]UHình 12-3: Đặc tính bảo vệ Chống sét TP   ống phibro - bakêlít vật liệu sinh khí dùng loại phibrô, do phibrô không đủ độ bền cơ khí nên ống được bọc thêm bakêlít có quét sơn chống ẩm. Dòng cắt tới khoảng 10kA.

Chống sét PTB: có thân ống bằng chất dẻo viniplast có đặc tính điện và khả năng sinh khí tốt hơn loại PT   về cấu tạo cũng đơn giản hơn. Kí hiệu loại PT $\frac{110}{5-0,8}$ là thể hiện loại chống sét phibro - bakêlít dùng ở cấp 110kV và giới hạn dòng cắt (0,8 5)kA.

Khi làm việc chống sét ống có thải khí bị ion hóa do đó khi lắp chống sét trên cột phải sao cho khí thoát ra không gây nên phóng điện giữa các pha hoặc phóng điện xuống đất, muốn thế trong phạm vi thoát khí của nó phải không có dây dẫn của pha khác, không có kết cấu nối đất cũng như phạm vi thoát khí của chống sét ống ở pha khác.

Ngày nay dưới sự phát triển của lưới điện công suất lớn yêu cầu chế tạo chống sét ống có giới hạn trên dòng cắt lớn hơn, Liên Xô cũ có loại PTBY, dùng chất dẻo viniplast tăng cường bằng quấn vải thủy tinh tẩm nhựa êpôxit nên giới hạn trên dòng cắt tới 20kA (loại PTB tới 15kA).

Chống sét ống chủ yếu dùng bảo vệ các đường dây không có dây chống sét. Khó khăn lớn nhất là phải đảm bảo trị số dòng điện ngắn mạch chạm đất tại điểm đặt chống sét nằm trong phạm vi giới hạn trên và dưới của dòng điện cắt. Khi dùng nó trong hệ thống công suất bé hoặc đặt chống sét ống với mật độ quá dày sẽ không đảm bảo về yêu cầu giới hạn dưới của dòng cắt. Ngược lại nếu hệ thống công suất lớn sẽ có thể vượt quá trị số giới hạn trên. Chế độ vận hành hệ thống thay đổi luôn làm dòng ngắn mạch khó đáp ứng yêu cầu trên. Các nhược điểm đó đã hạn chế việc ứng dụng chống sét ống rộng rãi, thường thay bằng khe hở bảo vệ phối hợp với thiết bị tự động đóng lại để bảo vệ cho đường dây.

CHỐNG SÉT VAN

Khái niệm

Phần chính của chống sét van là chuỗi khe hở phóng điện ghép nối tiếp với các tấm điện trở không đường thẳng (điện trở làm việc). Điện trở không đường thẳng chế tạo bằng vật liệu vilit, có đặc điểm là có thể duy trì được mức điện áp dư tương đối ổn định khi dòng điện tăng.

Sau khi tản dòng sét sẽ có dòng điện ngắn mạch duy trì bởi nguồn điện áp xoay chiều (ngắn mạch qua điện trở làm việc) đi qua chống sét van, dòng này gọi là dòng kế tục. Khi cho tác dụng điện trở rất bé do đó dòng sét được tản trong đất dễ dàng và nhanh chóng, ngược lại ở điện áp làm việc thì điện trở tăng cao do đó hạn chế trị số dòng kế tục (thường không quá 80A) tạo điều kiện thuận lợi cho việc dập hồ quang ở chuỗi khe hở. Chính do tính chất cho qua dòng điện lớn khi điện áp lớn và ngăn dòng điện khi điện áp bé nên loại chống sét này được gọi là chống sét van. Trị số điện áp cực đại ở tần số công nghiệp mà chống sét van có thể dập tắt hồ quang của dòng điện kế tục gọi là điện áp dập hồ quang, đó là một trong các tham số chủ yếu của chống sét van.

Các tham số của chống sét van

Ngoài điện áp dập hồ quang chống sét van còn các tham số sau:

1. Điện trở không đường thẳng

Được chế tạo từ bột cacbôrun (SiC) mặt ngoài hạt cácborun có màng mỏng SiO_2 (dày khoảng 10-5cm).

Hình 12 -4: Đặc tính V-A tấm vilit3,2lgUlgIA01234563,43,63,84,04,2 Điện trở suất của bản thân hạt cácborun không lớn (10-2 m) và ổn định nhưng điện trở của lớp màng mỏng phụ thuộc vào cường độ điện trường. Khi cường độ điện trường bé, điện trở lớp màng mỏng khoảng (104 106) m. Nhưng khi điện trường tăng cao nó sẽ giảm rất nhanh và điện trở tổng của vilit giảm tới mức bằng điện trở của hạt cácborun. Trong các tấm vilít hạt bột được dính bằng keo thủy tinh lỏng sau đó được nung nóng ở nhiệt độ khoảng vài trăm độ.

Trước kia người ta dùng điện trở loại tirit nhiệt nung nóng khoảng 12000C có đặc tính không ổn định bằng vilit (tirit dùng chất dính bằng đất sét).

Hình 12-4 là đặc tính V-A của tấm vi lit đường kính 100mm và dày 60mm đặc tính này được xác định với dạng sóng dòng điện 20/40 s và cho dòng điện biến thiên trong phạm vi 1 đến 10.000A. Nó gồm hai đoạn biểu diễn bởi quan hệ giải tích $\lg u = \lg A + \alpha \lg I$ với A là hằng số, càng bé thì điện áp giáng trên nó (điện áp dư) sẽ tăng càng chậm khi dòng điện tăng. Đoạn trên ứng với khi có dòng điện sét = (0,13 0,2) ứng

với loại vilit, đoạn dưới ứng với phạm vi dòng điện kế tục = (0,28 0,32). Có thể viết quan hệ dưới dạng $u = \mathrm{AI}^{\alpha}$, A là điện trở của tấm khi dòng điện qua nó là 1[A].

Nếu chống sét dùng n tấm điện trở thì đặc tính V-A biểu thị $u = n\mathrm{AI}^{\alpha}$.

U[kV]I[A]3002001005000Hình 12-5: Đặc tính V-A của PBC Hình 12-5 đặc tính V-A của loại PBC-110 khi có dòng điện lớn thông qua điện trở trong thời gian dài, lớp màng SiO2 có thể bị phá hủy do đó cần quy định các trị số cho phép về độ lớn cũng như thời gian duy trì của dòng điện.

Ví dụ tấm vilít 100mm có trị số cho phép dòng xung kích dạng sóng 20/40 s là 10kA. Đối với dạng sóng vuông góc có độ dài sóng 2000 s thì trị số cho phép của dòng điện là 150A, điều đó chứng tỏ chống sét van không thể làm việc đối với phần lớn các loại quá điện áp nội bộ vì chúng thường kéo dài trong nhiều chu kì tần số công nghiệp. Trị số cho phép của dòng kế tục duy trì trong nửa chu kì tần số công nghiệp còn thấp hơn và không quá 100A.

Biện pháp duy nhất để tăng năng lực thông qua dòng điện là tăng tiết diện điện trở tức là tăng đường kính tấm.

b) Khe hở phóng điện

Sự làm việc của chống sét van bắt đầu từ việc chọc thủng các khe hở phóng điện và kết thúc bằng việc dập tắt hồ quang của dòng điện kế tục cũng ngay tại khe hở này. Mỗi giai đoạn trên đều đề xuất yêu cầu riêng đối với khe hở. Ở giai đoạn đầu khe hở phải có đặc tính V-s tương đối bằng phẳng để phối hợp với đặc tính V-s của cách điện (chủ yếu là máy biến áp). Để đạt được các yêu cầu trên có các biện pháp sau:

+ Dùng chuỗi gồm nhiều khe hở ghép nối tiếp nhau

Có thể xem như một chuỗi điện dung tương tự sơ đồ chuỗi cách điện, điện áp xung kích phân bố không đều dọc chuỗi sẽ làm cho quá trình phóng điện kế tiếp xảy ra nhanh chóng trên tất cả khe hở. Do đó trị số điện áp phóng điện có thể giảm tới mức ổn định (điện áp phóng điện một chiều hoặc xoay chiều) hoặc còn thấp hơn và đường đặc tính V-s có dạng tương đối bằng phẳng. Cũng với mục đích trên trong chống sét PBBM (dùng bảo vệ máy điện) còn thực hiện cách ghép thêm điện dung song song với một phần của chuỗi khe hở.

t[10-6s]U[kV]012345672,42,83,23,64Hình 12-6: Đặc tính V-s trong khe hở + Trong từng khe hở (hình 12-6)

Điện cực dùng các tấm đồng cách li bởi vòng đệm mica dày 1mm. Điện trường giữa các điện cực đạt mức gần đồng nhất. Mặt khác khi có điện áp trong khe không khí giữa điện cực và lớp mi ca thì điện trường tăng (do hệ số điện môi của không khí bé hơn mi ca). Nên quá trình ion hóa xuất hiện sớm, nó có tác dụng cung cấp điện tử cho khoảng không gian giữa các điện cực. Các yếu tố trên tạo điều kiện cho quá trình phóng điện phát triển một cách dễ dàng và làm đường đặc tính V-s bằng phẳng ngang (hình 12-6). Trong giai đoạn dập tắt hồ quang vì dòng điện cùng pha điện áp nên khi dòng kế tục qua trị số 0 thì hồ quang tắt, lúc này chấm dứt quá trình phát xạ điện tử từ bề mặt cực âm, cách điện khe hở được phục hồi nhanh chóng và khi vượt quá trị điện áp phục hồi (tần số công nghiệp) thì hồ quang tắt. Điều quan trọng là phải làm sao để điện áp phục hồi phân bố đều

giữa các khe hở trong chuỗi, có thể thực hiện bằng cách ghép các điện trở có trị số lớn song song với các khe hở.

Mỗi loại khe có trị giới hạn dòng kế tục để hồ quang có thể được dập ngay khi dòng qua trị 0 lần đầu. Với loại điện cực trong chống sét van trị số này khoảng (80 100) A. Xuất phát từ yêu cầu này căn cứ vào trị số điện áp dập hồ quang (lấy bằng điện áp pha lớn nhất khi có ngắn mạch chạm đất). Với lưới (3 35kV) trung tính cách điện lấy bằng áp dây lớn nhất. Còn lưới 110kV trở lên trung tính nối đất trực tiếp nên lấy bằng 0,8Ud và gọi là chống sét 80% để phân biệt loại 100% trong lưới (3 35kV).

Trong các biện pháp dập hồ quang của chống sét chủ yếu vẫn là tìm biện pháp hiệu quả nhất để tăng giới hạn dòng điện kế tục, điều này không chỉ liên quan đến sự làm việc của chống sét mà còn giảm mức cách điện xung kích của thiết bị cần bảo vệ. Với chống sét van từ (dùng từ trường dập hồ quang) nâng giới hạn lên đến 250A nên tấm điện trở không đường thẳng sẽ dùng ít hơn, điện áp dư chống sét giảm và yêu cầu về mức cách điện xung kích thiết bị cũng giảm, để tăng năng lực cho qua dòng điện ta tăng đường kính tấm lên tới 150mm dòng kế tục cho phép tăng gấp đôi tấm chống sét van thường (100mm).

c) Kết cấu và đặc tính của một số loại chống sét van thông thường PBC,PB ∏, PBBM.

456312Hình 12-7: Ghép điện dung+Loại PBC thường dùng ở trạm biến áp chế tạo theo các cấp tới 35kV. Khi dùng ở điện áp cao hơn sẽ ghép nối cấp bằng nhiều phần tử có điện áp định mức15, 20, 33 và 35kV. Trong cấu tạo từng cặp 4 khe hở được ghép với nhau và đặt trong ống sứ thành một tổ hợp khe hở tiêu chuẩn. Mỗi tổ được ghép song song với một điện trở (cũng chế tạo bằng cácbôrun) để cho sự phân bố điện áp xoay chiều giữa các chuỗi đều đặn. Các tấm vilít được gắn với nhau bằng chất dính loại gốm và để có tiếp xúc tốt trên bề mặt mỗi tấm tráng bột kim loại và được ép bằng lò xo. Tất cả đặt trong vỏ sứ kín để hơi ẩm không lọt vào ảnh hưởng đến các đặc tính điện của chống sét.

+Loại chống sét PBBM dùng để bảo vệ máy điện đặc tính của nó như hình 12-6, có thêm điện dung ghép song song với một phần của chuỗi khe hở hình 12-7.

Bảng 12.1: Tổ hợp các chống sét PBC ở điện áp cao

Loại chống sét	Điện áp định mức [kV]	Điện áp cho phép lớn nhất trên chống sét[kV]	Số lượng và loại chống sét trên tổ hợp	Chiều cao của chống sét, mm
PBC-15PBC-20PBC-35PBC-110PBC-150PBC-220	152035110150220	192540,5100138200	1xPBC-151xPPC-201xPBC-353xPBC-333xPBC-33+2xPBC-156xPBC-33	7258851210305045466192

Bảng 12.2: Đặc tính chủ yếu của chống sét PBC (theo OCT-8934-58)

Điện áp định mức[kV]	Điện áp làm việc lớn nhất [kV]	Điện áp chọc thủng ở tần số công nghiệp [kV	
		Không nhỏ hơn	Không lớn hơn
3610152035110150200	3,87,612,7192540,5110138200	91626384978200275400	111930,54860,59

CHỐNG SÉT VAN TỪ

Trong chống sét van từ, dưới tác dụng của từ trường hồ quang giữa các điện cực sẽ di chuyển dưới tốc độ lớn dọc theo khe hở vòng xuyến, do đó sẽ dễ bị thổi tắt. Sau khi hồ quang tắt cường độ cách điện của khe hở được khôi phục nhanh chóng. Điện trở không đường thẳng của các tấm vilít đường kính 180mm, năng lực thông qua dòng điện có sóng vuông và độ dài sóng 2000 ms có thể tới 400 A. Trị số này phù hợp với các tham số của quá điện áp nội bộ trong lưới điện áp tới 220 kV. Do đó chống sét van từ còn có khả năng hạn chế phần lớn các loại quá dòng nội bộ trong lưới điện này. Ở điện áp 300 và 500kV để hạn chế quá điện áp nội bộ cần thông qua dòng điện nhiều hơn nữa. Các chống sét van từ dùng để bảo vệ trạm của nga kí hiệu là PBM G và loại bảo vệ máy điện là PBM được chế tạo ở các cấp 3, 6,10 kV, các đặc tính cho trong bảng 12-2 và 12-3.

Bảng 12.3: Đặc tính của chống sét van từ

Điện áp định mức[kV]	Điện áp làm việc lớn nhất [kV].	Điện áp chọc thủng ở tần số công ng	
		Không nhỏ hơn	
36102035110150220330500	3,87,612,72540,5100138200295420	7,515254270170235340485660	

VAN CHỐNG SÉT Ô XÍT KIM LOẠI

Cấu tạo và nguyên lí hoạt động

UlogIbcdAaHình 12-8: Đặc tính dòng điện-điện áp của điện trở oxit kim loạia)Đoạn tuyến tính dưới, b)Điểm nhọn, c)Đoạn phi tuyến rõ rệt,d)Đoạn tuyến tính trên, A- Điểm làm việc có điện áp thường xuyênChống sét van đã thay đổi một cách cơ bản trong khoảng hơn 20 năm trở lại đây cả về cấu trúc lẫn nguyên lí làm việc. Loại van chống sét có khe hở phóng điện kiểu tấm phẳng và phát triển lên loại có khe thổi từ và điện trở cácbit silic (SiC) mắc nối tiếp đã được thay thế bằng van chống sét không có khe hở phóng điện.

Van chống sét mới không có khe hở phóng điện mà dựa trên điện trở ô xít kim loại (MO) có đặc tính U-I hoàn toàn phi tuyến và có khả năng hấp thụ năng lượng rất cao. Chúng được biết đến như loại van chống sét ôxit kim loại (MO).

Van chống sét MO không “phóng điện” do vậy không định nghĩa điện áp phóng điện. Khi điện áp tăng van chống sét chuyển ngay từ trị số điện trở lớn sang điện trở nhỏ theo dạng đặc tính U-I như hình 12-8.

Khi điện áp giảm lại trị số Uc van chống sét lại duy trì tính dẫn điện kém. Mức bảo vệ của van chống sét MO được xác định bằng điện áp dư của nó.

Điện áp dư được định nghĩa như giá trị đỉnh của điện áp ở đầu cực van chống sét khi có dòng điện sét chạy qua.

Hình 12-9: Tiết diện (bố tríchung của van chống sét oxit kim loại kiểu EXLIMQ.1.đầu sơ cấp, 2.thiết bị xảáp suất ,3.chồng điện trở MO

1. sứ cách điện, 5.đầu nối đất,

6.đầu thoát áp suấtDòng điện sét có dạng sóng giữa 1/9 ms và 1/1 ms thể hiện bước sóng quá điện áp và điện áp dư phối hợp có khả năng so sánh với điện áp phóng điện ban đầu của chống sét van thông dụng. Sóng xung điện áp 8/20 ms cho điện áp dư gần tương đương với mức bảo vệ quá điện áp sét. Sóng dòng điện với thời gian sườn giữa 30 ms và 100 ms tương ứng điện áp đóng mở. Điện áp dư tương ứng với dạng sóng này cho mức bảo vệ trong trường hợp có ứng suất đóng mở. Các trường hợp sự cố trầm trọng, có khả năng van chống sét bị quá tải. Trong các trường hợp như vậy (ví dụ như điện áp tăng từ một mức tới mức sau) thì sự cố trạm đất một pha xảy ra trong điện trở lắp ghép của van chống sét. Hệ thống thoát áp suất để đề phòng vỏ sứ bị nổ. Dòng điện sự cố chạm đất của hệ thống tại điểm đặt chống sét van phải nhỏ hơn dòng điện đảm bảo của thiết bị thoát áp suất của van chống sét. Cấu trúc của van chống sét MO được mô tả như hình 12-9.

Ứng dụng và cách lựa chọn

Van chống sét được sử dụng để bảo vệ thiết bị và trạm quan trọng (đặc biệt là máy biến áp điện lực) chống lại quá điện áp khí quyển và quá điện áp đóng mở. Khi thiết kế và lựa chọn van chống sét thông dụng, cần lưu ý điện áp đánh thủng và điện áp đệm. Ngoài ra van chống sét MO được chọn theo các tiêu chuẩn sau đây:

-Điện áp tần số nguồn tối đa.

-Khả năng hấp thụ năng lượng.

-Mức bảo vệ.

Có thể đạt được khả năng hấp thụ năng lượng yêu cầu với cùng cấp bảo vệ bằng cách xếp chồng các điện trở MO song song. Bằng cách gấp đôi số chồng là có thể có mức bảo vệ thấp hơn và khả năng hấp thụ gần như gấp đôi. Mức bảo vệ cần thiết được tìm ra nhờ các quy tắc phối hợp cách điện, trong đó có chia độ (các tỉ số bảo vệ) giữa các mức bảo vệ của van chống sét và điện áp xung định mức của thiết bị cần bảo vệ được xác định (hình 12-10).

Với van chống sét MO, điện áp làm việc liên tục cực đại Us là điện áp tần số nguồn lớn nhất mà van chống sét có thể chịu đựng được thường xuyên. Cường độ T của van chống sét chống lại quá điện áp quá độ UTOV được cho bằng các đặc tính điện áp/thời gian (U TOV= T.UC hoặc UTOV = TR.UR).

Hệ số T hoặc TR phụ thuộc vào loại van chống sét và có thể tìm được trong tài liệu của nhà chế tạo, UR là điện áp định mức. Theo IEC 99-4 điện áp liên tục của van chống sét phải không được thấp hơn trị số hiệu dụng của điện áp tần số nguồn có thể xảy ta ở đầu cực lâu hơn 10 phút trong lúc làm việc. Điện áp này được xác định trên cơ sở điện áp làm việc cao nhất tác động lên lưới đang xét ở chế độ làm việc bình thường. Nếu số liệu này không được xác định rõ ràng có thể lấy bằng điện áp cao nhất Um đối với thiết bị (IEC 71-1).

a) Van chống sét giữa pha và đất

Đối với các hệ thống có tổng trở nối đất nhỏ, điện áp liên tục ít nhất bằng 1,05 lần điện áp làm việc cao nhất chia cho $\sqrt{3}$. Đối với các hệ thống có sự cố trạm đất được bù hoặc trung tính cách li, điện áp liên tục có thể lấy ít nhất bằng điện áp làm việc cao nhất.

Hình 12-10 Phối hợp cách điện cho CEab1234uurBursdCsCBUplưới tổng nối đất thấp. (cE= 1,4) trongkhoảng C (Um ³300Kv theo IEC 71-1tương ứng với giá trị đỉnh của điện áppha -đất.Urs -điện áp chịu xung sét định mức .UrB -điện áp chịu xung đóng mở định mức.a: điện áp pha đất tần số nguồn max.cE hệ số sự cố trạm đất,b: điện áp pha đấttần số nguồn max với sự cố chạm đất ở pha bên cạnh, d: quá điện áp (được hạn chế bằngvan chống sét đến Up).Up mức bảo vệ của van chống sétCB giới hạn an toàn với điện áp xung sétCS giới hạn an toàn với xung đóng mởb) Van chống sét giữa các pha

Điện áp liên tục tối thiểu phải bằng 1,05 lần điện áp làm việc cao nhất.

c) Van chống sét điểm trung tính

Đối với các hệ thống có tổng trở nối đất thấp, điện áp liên tục nhận được từ điện áp định mức tạo nên. Đối với các hệ thống có sự cố trạm đất được bù hoặc trung tính cách li, điện áp liên tục tối thiểu có thể lấy bằng điện áp làm việc lớn nhất chia cho $\sqrt{3}$.

Các trị số điển hình của van chống sét với các mức điện áp điều chỉnh

Với các van chống sét MO không có khe hở phóng điện, điện áp làm việc liên tục Uc phải được lựa chọn theo hệ số chạm đất Ce= $\sqrt{3}$. Bảng 12-4 cho thấy các trị số điển hình đối với các lưới tổng trở nối đất nhỏ (Ce=1,4) và các hệ thống không nối đất (Ce = $\sqrt{3}$) không có quá điện áp quá độ nào khác.

Van chống sét trong lưới phân phối dưới 30 kV (ví dụ các máy biến áp lắp trên cột) thường được thiết kế với dòng điện sét định mức là 5 kA. Van chống sét 10 kA được sử dụng cho các mạng thường có nguy cơ bị sét đánh.

Dòng điện sét định mức 10 kA cần phải luôn luôn được lựa chọn cho van chống sét trước đường cáp. Van chống sét dùng cho các điện áp trên 30 kV luôn có dòng điện sét định mức là 10 kA. Van chống sét được đặt song song với đối tượng được bảo vệ thường giữa pha và đất. Vì vùng bảo vệ trong không gian bị giới hạn, các van chống sét phải được nối càng gần bộ phận bảo vệ càng tốt . Các số liệu gần đúng đối với vùng bảo vệ được cho trong bảng 12-4.

Bảng 12.4: chọn van chống sét MO với điện áp định mức Ur

(không xảy ra quá điện áp quá độ khác)

Điện áp hệ thống định mức Un,kV	Van chống sét phaUr với Ce= 1,4 Ur với Ce= $\sqrt{3}$kV kV	Van chống sét trung tínhUr với Ce=1,4 Ur với Ce= $\sqrt{3}$kV kV
61020306611013822034538O500	FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 912 15 FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 30 FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 45 FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 90 FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 150	FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. ----- FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. 90 FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A

	FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. -420 -	LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. - FIXME: A LIST CAN NOT BE A TABLE ENTRY. -192 -

Hiện nay hãng ABB có chương trình truyền sóng để nghiên cứu các thiết bị đóng cắt lớn có khả năng tính toán các thay đổi theo thời gian của điện áp ở các vị trí thích hợp trong trạm.

Vùng bảo vệ của van chống sét - các trị số chuẩn

Điện áp cực đại của Vùng được bảo vệ Chiều dài dẫn đến van

thiết bị Um [kV] Lmax [m] chống sét a[m]

<= 36 8 2

123 15 5

245 20 10

420 20 15

Trong các trạm trung gian và cao áp có các đường cáp vào cần tính đến quá điện áp phản xạ không kể sự hạn chế của sóng truyền trong cáp.

Với đoạn cáp ngắn (LK <= 5m) , van chống sét A1 phải đặt để bảo vệ cáp và van chống sét A3 để bảo vệ máy biến áp (xem hình 12-11). Tuy nhiên khi nếu LK> 5m cáp phải được bảo vệ cả hai phía bằng van A1 và A2.

Trong trường hợp này nếu khoảng cách do van A2 bảo vệ lớn hơn L1 thì van A3 bảo vệ máy biến áp có thể không cần thiết. Bộ đếm sét có thể được sử dụng để giám sát van chống sét. Chúng được nối vào dây nối đất của van chống sét , van chống sét phải được cách điện với đất.

LkL1A1A2A3Hình 12-11: Bảo vệ quá điện áp với cáp dẫn đến máy ngắt

CHỐNG SÉT VariSTAR UItraSIL

Giới thiệu chung

Thế hệ chống sét loại mới UItraSIL của hãng Cooper Power System đã hoàn thiện những ưu điểm của công nghệ chống sét có vỏ bọc bằng polymer đó là kích thước và trọng lượng giảm nhỏ, cùng với độ an toàn được nâng cao. Chống sét UItraSIL sử dụng loại vật liệu ưu việt hiện nay được chấp nhận rộng rãi trong công nghiệp là cao su cone làm vỏ bọc. Việc dùng các đĩa MOV (điện trở phi tuyến oxid kẽm) với các đặc tính điện học cao cấp làm cho chống sét loại UItraSIL có khả năng bảo vệ quá điện áp hơn hẳn cho các lưới phân phối. Các đĩa MOV chế tạo đều phải qua các kiểm tra chất lượng nghiêm ngặt từ khâu bắt đầu cho đến khâu hoàn tất trong dây chuyền sản xuất. Mỗi đĩa MOV sau khi được sản xuất đều phải qua một loạt các thử nghiệm điện học nhằm bảo đảm cho đĩa có được chất lượng cao nhất. Nhờ vậy, các đĩa MOV này có được độ tin cậy rất cao trong chức năng bảo vệ khi làm việc ngay cả sau nhiều năm sử dụng.

Chống sét UIt raSIL có các loại 5kA và 10kA, cấp 1 theo tiêu chuẩn IEC-99-4.

Cấu tạo

Chống sét UIt raSIL gồm một chồng các đĩa MOV với hai điện cực ở hai đầu. Toàn bộ các đĩa được bọc keo epoxy gia cường bằng sợi thủy tinh trong một qui trình sản xuất hoàn toàn tự động hóa. Sau khi được gia nhiệt để thành một khối lượng vững chắc về mặt cơ học có thể chịu đựng các ứng suất điện học, cơ học, trong các điều kiện môi trường khắt khe. Lớp vỏ bọc sau đó được lắp vào và kết dính chặt với khối các đĩa MOV tạo thành một thể chắc chắn có độ bền điện cao. Sau khi lắp ráp, mỗi chống sét đều phải trải qua một loạt các thử nghiệm hầu bảo đảm khả năng làm việc cao nhất.

Vỏ bọc cao su Silicone đã phải trải qua rất nhiều thử nghiệm khi thiết kế nhằm xác định hình dáng tối ưu các tai.

Đặc điểm

Ngoài ra các thí nghiệm trong thời gian dài trong các điều kiện môi trường khác nhau cũng chứng tỏ tính ưu việt của cao su silicone UItraSIL về độ bền, nếu so với các vật liệu polimer khác.Các thí nghiệm tiến hành ở các phòng thí nghiệm độc lập đã xác nhận tính hơn hẳn của vật liệu silicone về các mặt chống bám nước, khả năng chịu tia tử ngoại cũng như khả năng chống phóng điện bề mặt trong các môi trường ô nhiễm, tính trơ đối với các hóa chất, tính ổn định nhiệt và nhiều đặc tính cách điện cơ bản khác.

Hình 12-12:Chống sét UitraSIL 10kV và mặt cắt minh họaCao su silicone còn có khả năng kháng sự sinh sôi của nấm mốc, và không bắt cháy. Khi dòng sự cố là 20 kA hay lớn hơn, bộ phận cách li (tùy chọn) sẽ hoạt động và cách li phần đầu nối đất của chống sét. Nhờ vậy tránh sự cố vĩnh viễn trường hợp chống sét bị ngắn mạch bên trong, mặt khác sẽ dễ dàng phát hiện và thay thế chống sét bị sự cố.

Bảng 12.5: Một số loại chống sét VariSTAR

Loại chống sét	UNS	UHS
- Điện thế hệ thống- Điện thế định mức của chống sét- Tần số hệ thống- Tiêu chuẩn thiết kế và thử nghiệm- Dòng phóng điện định mức- Cấp phóng điện- Mức chịu đựng dòng cao- Cấp xả áp lực	3 - 36 kV 3 - 36 kV50 - 60 HzIEC 99 - 45 kA-65 kA20 kA (hiệu dụng đối xứng) (B)	3 - 72 kV3 - 60 kV50 - 60 HzIEC 99 - 410 kA1100 kA20 kA (hiệu dụng đối xứng) (B)

Hoạt động

Chống sét UItraSIL có hoạt động giống như các chống sét không khe hở khác. Trong điều kiện xác lập, điện áp trên chống sét là điện áp pha của lưới điện. Khi có quá điện áp, lập tức chống sét giới hạn quá điện áp ở mức bảo vệ cần thiết bằng cách dẫn dòng xung xuống đất. Khi tình trạng quá điện áp đã qua rồi, chống sét quay trở về tình trạng cách điện như trước, và chỉ dẫn dòng rò rất nhỏ.

Các lưu ý chung để lựa chọn chống sét

Định mức của chống sét là giá trị điện áp pha ở tần số công nghiệp lớn nhất mà chống sét được thiết kế và thử nghiệm theo tiêu chuẩn IEC. Bảng 12.5 hướng dẫn chung để lựa chọn trị định mức chống sét thích hợp với điện áp của hệ thống đã cho.

Chống sét không khe hở phải được lựa chọn đầy đủ với các phụ kiện, chịu đựng được điện áp pha ở tần số công nghiệp trong tất cả các điều kiện vận hành của hệ thống.

Điện thế làm việc liên tục

Chọn sơ bộ trên cơ sở là "Điện áp làm việc liên tục của chống sét MCOV có Uc bằng hoặc lớn hơn điện áp pha lớn nhất của hệ thống".

Quá điện áp tần số công nghiệp (quá điện áp nội bộ)

Tiêu chuẩn thứ 2 để lựa chọn chống sét dựa vào mức độ nối đất của hệ thống. Khi có sự cố một pha chạm đất, trong điều kiện điện áp hệ thống có giá trị lớn nhất, điện áp định mức của chống sét được chọn phải lớn hơn điện áp tăng cao trên các pha không chạm đất. Cần lưu tâm đặc biệt đến các hệ thống có hệ số nối đất kém, hệ thống không nối đất, hệ thống nối đất kiểu cộng hưởng hoặc đối với các hệ thống có các điều kiện làm việc không bình thường nhất định. Tuy vậy, tùy theo điều kiện làm việc cụ thể của hệ thống mà có thể lựa chọn điện áp định mức của chống sét một cách thích hợp miễn là không vi phạm khả năng chịu đựng quá điện áp tạm thời của chống sét. Các sự cố trên lưới điện có thể gây ra các quá điện áp tạm thời tần số công nghiệp với giá trị vượt quá mức điện áp làm việc liên tục MCOV hoặc ngay cả điện áp định mức chống sét có thể chịu đựng. Khi đó cần quan tâm đến mức quá điện áp (so với thời gian bảo vệ dự trữ của hệ thống), cũng như mức năng lượng của dòng phóng điện. So với hệ thống cho phép làm việc khi có chạm đất một pha trong thời gian quá 10000 giây, cần dùng chống sét có điện áp định mức làm việc liên tục bằng với điện áp dây của hệ thống.

Bảng 12.6: Lựa chọn điện áp định mức của chống sét VariSTAR

Điện áp của hệ thống (kV)		Định mức của chống sét (kV)		
Định mức	Lớn nhất	Hệ thống 3 pha 4 dây nối Y trung tính nối đất lặp lại	Hệ thống 3 pha 3 dây nối Y trung tính nối đất trực tiếp tại nguồn	Hệ thống 3 pha nối không nối đất hay nối Y nhưng trung tính nối đất qua điện kháng
3.3	3.7	3	6	6
6.6	7.3	6	9	9
10.0	11.5	9	12	12-15
11.0	12.0	9-10	12	12-15
16.4	18.0	15	-	18-21
22.0	24.0	18-21	24	24-27

33.0	36.3	27-30	36	36-39
47.0	52.0	39-48	54	60
66.0	72.0	54-60	60	-

Trong một số các điều kiện làm việc đặc biệt của hệ thống như khi đóng điện máy biến áp với một số kiểu đấu dây nhất định và hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra, các chống sét lúc ấy sẽ chịu các quá điện áp. Sau đây là bảng lựa chọn chống sét của Cooper Power Systrems áp dụng cho từng hệ thống riêng lẻ.

Các đặc tính thử nghiệm

Chống sét VariSTAR UItraSIL được thiết kế và thử nghiệm theo tiêu chuẩn IEC 99-4.

Thử nghiệm chu kỳ làm việc

Đối với chống sét UNS: 20 lần dòng xung 5 kA, dạng sóng 8/20 s, sau đó là hai lần dòng xung cao 65 kA đỉnh (dạng sóng 4/10 s).

Đối với chống sét UNS: 20 lần dòng xung 10 kA dạng sóng 8/20 s, sau đó là hai lần dòng xung cao 100 kA đỉnh (dạng sóng 4/10 s).

Kiểm tra khả năng chịu đựng dòng xung trong thời gian dài

Đối với chống sét UNS: 18 lần dòng xung 75 kA trong thời gian 1000 s.

Đối với chống sét UHS: 18 lần dòng xung ở mức năng lượng phóng theo tiêu chuẩn IEC cấp 1 (xấp xỉ 250A, 2000 s). Sau mỗi thử nghiệm, các chống sét vẫn ở trạng thái ổn định nhiệt nhờ các kiểm tra sau:

Dòng rò có giá trị giảm liên tục trong vòng 30 phút khi chống sét được phóng điện ở điện áp Uc.

Không có biểu hiện suy giảm về mặt cấu tạo hay về các đặc tính điện học.

Điện áp phóng điện ở 5kA hay 10kA được đo lường sau mỗi lần thử nghiệm thay đổi ít hơn 5% so với giá trị ban đầu.

Tất cả các thử nghiệm đều được thực hiện trong các phòng thí nghiệm độc lập, theo tiêu chuẩn IEC - 99-4.

Kiểm tra khả năng chịu đựng dòng ngắn mạch

Các thử nghiệm này sẽ chứng minh khả năng chịu đựng dòng sự cố mà không bị nổ chống sét. Tất cả các vỏ bọc chống sét UItraSIL đều được kiểm tra phù hợp với các yêu cầu được liệt kê trong IEC - 99 - 4/IEC - 99 - 1 và là loại không nổ.

Bảng 12.7: Kiểm tra khả năng chịu đựng áp suất

Loại chống sét	Cấp chịu đựng áp lực theo IEC	Biên độ dòng sự cố (kA)	Thời gian nhỏ nhất tồn tại sự cố (giây)
UNS/UHS	B	0,820	0,502

Khả năng quá điện áp tạm thời (TOV)

Khả năng chịu đựng quá điện áp tạm thời ở tần số 60Hz được cho theo đồ thị.

Dựa vào đồ thị tính được thời gian mà chống sét có thể chịu quá điện áp (tính bằng đơn vị tương đối với cơ sở là MCOV của chống sét) mà không bị hư hỏng.

Các đặc tính bảo vệ

Chống sét UitraSIL VariSTAR có khả năng bảo vệ quá điện áp một cách hiệu quả cho các thiết bị điện trung thế.

Các đặc tính bảo vệ của họ chống sét UltraSIL cho trên bảng 12-8 và 12-9.

Bảng 12.8: Các đặc tính bảo vệ - VariSTAR UNS, IN= 5 kA (IEC - 94-4)

Định mức	MCOV	Điện áp dư do
CS (kV)	(kV)	Xung có độ dốc lớn
3691012151821242730333 6	2.555.17.658.410.212.715.31719.522.024.427.029.0	10.921.831.432.741.1

Bảng 12-9: Các đặc tính bảo vệ - VariSTAR UHS, IN =10 kA (IEC-99-4)

Định mứcCS (kV)	MCOV(kV)
36910121518212427303336394245485460	2.555.107.658.4010.212.715.317.019.522.024.427.029.031.534.

Kháng điện
Phần này trình bày khái niệm chung về kháng điện

KHÁNG ĐIỆN

KHÁI NIỆM CHUNG

Khái niệm

Kháng điện là một cuộn dây điện cảm có điện kháng không đổi (không có lõi thép L>>R), dùng để hạn chế dòng ngắn mạch đồng thời duy trì một trị số điện áp ở mức nhất định khi có sự cố ngắn mạch xảy ra.

[missing_resource: .wmf]

MCKhángNHTHình 13-1: Kháng điện: a) hình dạngchung ,b) bố trí trong sơ đồ lướiĐể điện kháng không đổi thì cuộn dây phải không có lõi thép, vì khi có lõi thép thì nếu ngắn mạch xảy ra dòng tăng làm lõi thép bão hòa kết quả điện kháng sẽ giảm không hạn chế được dòng ngắn mạch (Inm).

Tham số cơ bản của điện kháng được tính là XK% tương ứng điện áp với $\varDelta U$% (bỏ qua điện áp trên điện trở), sụt áp pha: $\varDelta U_{\text{ph}} = X_K.I_{\text{âm}}[V]$.

Kháng điện được chọn theo điện áp định mức, dòng điện định mức và XK%, kiểm tra ổn định động và ổn định nhiệt.

Yêu cầu của kháng điện

a) Quá điện áp không được phát sinh đánh thủng cách điện giữa các vòng dây và cách điện đối với đất. Không được phát sinh phóng điện cục bộ

trên bề mặt của kháng điện.

b) Kháng điện phải có đủ độ bền nhiệt và điện động.

c) Tổn hao công suất trong kháng điện phải ít nhất (tổn hao không được gây phát nóng kháng điện quá mức cho phép).

LỰA CHỌN VÀ KIỂM TRA KHÁNG ĐIỆN

Lựa chọn kháng điện

Lựa chọn kháng điện theo điện áp, dòng điện và giá trị XK% cần phối hợp với máy ngắt điện đã đặt trong mạch của nó, có nghĩa là xuất phát từ điều kiện ngắn mạch sau kháng điện, dòng siêu quá độ không vượt quá dòng điện cắt định mức của máy ngắt điện.

Ví dụ hình 13-1: ngắn mạch tại điểm N, điện kháng tổng của hệ thống từ nguồn đến nơi sự cố tại N là:

$$X = X_{\text{HT}} + X_K = \frac{I_{\text{cb}}}{I_{\text{càõtMCÂ}}} \quad (13.1)$$

- Icb: Dòng điện cơ bản.

- XHT: Điện kháng hệ thống tính đến thanh cái trước kháng điện.

- XK: Điện kháng của kháng điện cần tìm. XK tính theo % ứng với điều kiện dòng, áp định mức như sau:

$$-X_{\mathrm{HT}}$$

$$X$$

$$\frac{I_{\mathrm{âmK}}.U_{\mathrm{âmmaûng}}}{I_{\mathrm{c\,b}}.U_{\mathrm{âmK}}} \quad (13.2)$$

$$X_{K_{\mathrm{Htt}}} =$$

Trong đó: IđmK: dòng định mức của kháng điện

UđmK: điện áp định mức của kháng điện.

Uđmmang: điện áp trung bình định mức nơi đặt kháng điện.

Từ (13-2) ta tra bảng có sẵn chọn XK XKtt.

Chú ý: nếu biết tiết diện cáp nhỏ nhất sau kháng điện thì khi tính XK% cũng tiến hành tương tự như trên. Nhớ rằng lúc xác định X đáng lẽ dùng dòng cắt định mức IcắtMCĐ công thức (13-1) thì phải thay bằng dòng ổn định nhiệt của cáp tương ứng Iôđ .

I1 I1 a) I I2 I2 I I b) Hình 13-2: Kháng điện kép

1. Khi làm việc bình thường;
2. Khi ngắn mạch một đường dây

Kiểm tra kháng điện

Sau khi chọn kháng điện ta phải tính tổn hao điện áp trong tình trạng làm việc bình thường và điện áp dư trên thanh cái khi ngắn mạch sau kháng điện. Tổn thất điện áp trong tình trạng làm việc lâu dài đối với kháng điện đơn được xác định như sau:

$\Delta u_{\text{pha}} = I_{\text{lv}}.X_K \text{sin}\alpha \text{hay} \Delta u = X_K \frac{I_{\text{lv}}}{I_{\text{âmK}}}.\text{sin}\phi$. Với: Ilv dòng làm việc của nhánh coi như chỉ có điện kháng nên sin =1 coi $\text{U}_{\text{dæ}} = X_K \frac{I_N}{I_{\text{âmK}}}$. Với IN: dòng ngắn mạch khi sự cố sau kháng điện. Nếu điện áp thấp hơn điện áp dư cho phép UdưCP bằng 0,6Uđm thì phải tính lại điện kháng của kháng điện như sau:

$\text{X*}_{K(\text{âm})} = \frac{U_{\text{dæCP}}.X_{\text{HT}}.I_{\text{âmK}}.U_{\text{âmmaûng}}}{1-U_{\text{dæCP}}\ I_{\text{cb}}.U_{\text{âmK}}}$ (13.3)

Với:

XHT: tổng điện kháng tương đối cơ bản tính đến trước điểm mắc điện kháng.

Uđmmạng: điện áp định mức của cấp điện áp xảy ra ngắn mạch.

X*K(đm): điện kháng tương đối của kháng điện quy về điều kiện định mức.

Chuyển thành kháng điện phần trăm

$X_K = \text{X*}_{K(\text{âm})}.100$

từ đây chọn điện kháng tiêu chuẩn.

+Kháng điện được xem là đảm bảo ổn định nếu thỏa mãn điều kiện:

Iôđđ IXK (13.4)

Với Iôđđ: dòng ổn định động (dòng lớn nhất có thể đi qua điện kháng mà không gây ra một sự biến dạng nào của cuộn dây).

+ Điều kiện ổn định nhiệt :

$I_{\text{äân}} \quad \overline{t_{\text{äân}}} \geq I_{\infty}. \quad \overline{t_{\text{gt}}}$ (13.5)

Mức ổn định nhiệt của kháng điện rất cao, việc kiểm tra ổn định nhiệt chỉ cần thiết với kháng điện nhỏ và thời gian tồn tại ngắn mạch lớn.

tgt: thời gian tồn tại ngắn mạch.

I : dòng ngắn mạch ổn định (xác lập).

Ngoài kháng điện đơn, kháng điện hai đầu còn có kháng điện kép ba đầu, ngoài thành phần điện cảm còn có hỗ cảm (khi làm việc bình thường hai cuộn cùng làm việc thì điện kháng kép nhỏ hơn nhiều kháng điện đơn đó là ưu việt hơn của kháng điện kép, ở chế độ ngắn mạch tác dụng hạn chế ngang nhau. Tuy nhiên kháng điện đơn rẻ hơn kháng điện kép, và thường dùng khi số đường dây ít hơn).

~~~~~~~~a)b)b))c)d)Hình 13-3: Các cách nối kháng điện thông dụng nhất: a)nối đường dây nguồn cung cấp;b)nối đường dây đi ra; c)nối phân đoạn thanh gópMCKhángNHTHình 13-4: Đặt kháng điện hạn chế dòng điện đỉnh:Dn -đường kínhtrung bình của kháng điện,a-khoảngcách giữa đường tâm kháng điệnvà bộ phận kim loại:1.Tường cốt thép;2.Thanh cốtthép(kích thước trên theo mm)

Biến áp đo lường
Phần này trình bày về biến điện áp

BIẾN ĐIỆN ÁP (BU)

Chức năng và các thông số chính của BU

Biến điện áp đo lường dùng để biến đổi điện áp từ trị số lớn xuống trị số thích hợp (100V hay 100/ $\sqrt{3}$V) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, rơle và tự động hóa. Như vậy các dụng cụ thứ cấp được tách khỏi mạch điện cao áp nên rất an toàn cho người. Cũng vì an toàn, một trong những đầu ra của cuộn dây thứ cấp phải được nối đất. Các dụng cụ phía thứ cấp của BU có điện trở rất lớn nên có thể coi BU làm việc ở chế độ không tải.

BU bao gồm các thông số chính như sau:

a) Hệ số biến đổi định mức

[missing_resource: .wmf]

[missing_resource: .wmf]

[missing_resource: .wmf]

x1r1x'2r'2

[missing_resource: .wmf]

x'r'

[missing_resource: .wmf]

x0r0

[missing_resource: .wmf]

$$K_{\hat{a}m} = \frac{U_{1\hat{a}m}}{U_{2\hat{a}m}}$$

a)b)Hình 14-1. Biến điện áp một phaa) Sơ đồ thay thế; b) Đồ thị véctơ

[missing_resource: .wmf]

[missing_resource: .wmf]

[missing_resource: .wmf]

[missing_resource: .wmf]

I0r1jI0x1jI'2(r1+ r'2)jI'2(x1+ x'2) uCBATrong đó: U1đm , U2đm là các điện áp định mức sơ cấp và thứ cấp. Điện áp sơ cấp đo lường được nhờ BU qua điện áp thứ cấp gần đúng bằng:

U1 U2.Kđm .

b) Sai số của biến điện áp

Xét BU một pha có sơ đồ thay thế hình 14-1a, trong đó:

z1 = r1 + jx1 : tổng trở cuộn sơ cấp.

z2 = r2’ + jx2’ : tổng trở cuộn thứ cấp đã qui đổi về sơ cấp.

z’ = r’ + jx’ : tổng trở phụ tải đã qui đổi về sơ cấp;

z0 = r0 + jx0 - tổng trở mạch từ.

Theo sơ đồ thay thế dựng được đồ thị véctơ các dòng áp (Hình 14-1b).

Trên hình 14-2b, các véctơ U’2 và E’2 cũng như I’2 là các véctơ điện áp và dòng điện đã qui đổi về phía sơ cấp. Qua đồ thị véctơ thấy rằng, điện áp thứ cấp đã tăng lên Kđm lần (tức U’2), sai khác với điện áp sơ cấp U1 cả về pha lẫn trị số. Đó chính là do tổn thất trong BU gây nên. Sai số của BU được xác định như sau.

Sai số trị số:

$$\mathit{\Delta} U = \frac{K_{\text{âm}} . U_2 - U_1}{U_1} .100$$

Sai số góc u(góc lệch giữa U’2 và U1).

Căn cứ vào đồ thị véctơ hình 14-1b có thể xây dựng được biểu thức sai số điện áp và sai số góc của nó. Theo đồ thị có thế viết được:

$$\mathit{\Delta} U = \frac{\mathrm{OA} - \mathrm{OC}}{\mathrm{OC}} \approx \frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{OC}}$$

và $\delta_u \approx \sin \delta_u = \frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{OC}}$

Tóm lại AB và BC xác định sai số trị số và sai số góc của biến điện áp đồng thời xét phần thực và phần ảo của véc tơ AC. Ta có:

$$\mathrm{CA} = -\mathrm{AC} = -(\dot{U}_1 - \dot{U}_2) = -[\dot{I}_0 \dot{z}_1 + I\ _2 (\dot{z}_1 + \dot{z}\ _2)]$$

Biến đổi biểu thức trên, tách phần thực và ảo sẽ có:

$$\mathit{\Delta} U = -\frac{I_{\mathrm{oa}} r_1 + I_{0\mathrm{r}} x_1 + I\ _{2\mathrm{a}} (r_1 + r\ _2) + I\ _{2\mathrm{r}} (x_1 + x\ _2)}{U_1}$$

$$\delta_u = \frac{I_{\mathrm{or}} r_1 - I_{0\mathrm{a}} x_1 + I\ _{2\mathrm{a}} (r_1 + r\ _2) - I\ _{2\mathrm{a}} (x_1 + x\ _2)}{U_1}$$

Hình 14-2: Biến điện áp dầu một phaa)Điện áp dưới 35kV: 1.Thùng thép,2.Nắp, 3.Đầu sứ xuyên, 4.Mạch từ,5.Cuộn dây sơ cấp,6.Đầu ra tứ cấp, 7.Chốt để tháo nắp,8.Dầu máy biến áp. b)Điện áp 35kVtrong đó $\dot{I}_0 = \dot{I}_{\text{oa}} + j\dot{I}_{\text{oí}}$ và $\dot{I}\ _2 = \dot{I}\ _{2\text{a}} + j\dot{I}\ _{2\text{r}}$

Ta thấy rằng sai số của biến điện áp là một hàm số phụ thuộc vào nhiều thông số. Dòng I0 phụ thuộc vào mạch từ, nên để giảm sai số cần dùng thép kĩ thuật điện tốt để làm mạch từ. Dòng I2 phụ thuộc vào tải thứ cấp, vậy công suất các dụng cụ phía thứ cấp không được vượt quá công suất định mức của biến điện áp (Spt SđmBU). Tổng trở Z1 và Z2 phụ thuộc vào cấu tạo cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của biến điện áp. Để giảm sai số người ta chọn mật độ dòng trong các cuộn dây của BU nhỏ hơn so với trong máy biến áp điện lực.

c). Cấp chính xác của biến điện áp

Căn cứ và sai số của BU mà người ta đặt tên cho cấp chính xác cho chúng. Cấp chính xác của BU là sai số điện áp lớn nhất khi nó làm việc trong các điều kiện : tần số 50Hz, điện áp sơ cấp biến thiên trong khoảng U1 = (0,9 1,1)U1đm, còn phụ tải thứ cấp thay đổi trong giới hạn từ 0,25 đến định mức và cos = 0,8. Biến điện áp được chế tạo với các cấp chính xác 0,2; 0,5; 1 và 3.BU cấp chính xác 0,2 dùng cho các đồng hồ mẫu trong phòng thí nghiệm; cấp 0,5 dùng cho công tơ điện, còn cấp 1 và 3 dùng cho các đồng hồ để bảng. Riêng đối với rơle, tùy theo yêu cầu của từng loại bảo vệ mà cấp chính xác của BU cho thích hợp.

Phân loại và cấu tạo biến điện áp

Biến điện áp được phân thành hai loại: khô và dầu. Mỗi loại lại có thể phân theo số lượng pha: biến điện áp một pha và 3 pha.

Hình 14-3:Biến điện áp ba pha năm trụa) Bề ngoài; b) Sơ đồ nối dâyBiến điện áp khô chỉ dùng cho TBPP trong nhà. Biến điện áp khô một pha dùng cho cấp điện áp 6kV trở lại, còn biến điện áp khô ba pha dùng cho điện áp đến 500V.

Hình 14-4:Biến điện áp kiểu phân cấpa)Bề ngoài; b)Sơ đồ nối dâyTheo kí hiệu của Liên xô cũ: HOC : biến điện áp khô một pha và HTC: biến điện áp khô 3 pha. Biến điện áp dầu được chế tạo với điện áp 3kV trở lên và dùng cho TBPP cả trong và nhà và lẫn ngoài trời. Trên hình 14-2 trình bày biến điện áp dầu một pha điện áp 35kV trở lại. Liên xô chế tạo biến điện áp dầu một pha loại HOM. Biến điện áp dầu ba pha năm trụ (hình 14-3) được chế tạo với điện áp 3   20kV. Nó gồm một mạch từ năm trụ (trong đó có ba trụ có dây quấn, còn hai trụ bên không dây quấn để cho từ thông thứ tự không chạy qua) và hai cuộn dây thứ cấp nối hình sao và hình tam giác hở. Cuộn dây nối hình sao abc cung cấp cho các dụng cụ đo lường, rơle và kiểm tra cách điện. Cuộn dây nối tam giác hở a1-x1 nối với rơle điện áp để cho tín hiệu khi có một pha chạm đất trong lưới cao áp. Bình thường Udll = Ua + Ub + Uc = 0. Khi một điểm chạm đất trong lưới cao áp, điện áp Udll = 3U0, trong đó U0 - điện áp thứ tự không, do đó rơle tác động báo tín hiệu chạm đất.

Đối với điện áp 110kV trở lên, để giảm bớt kích thước và làm nhẹ cách điện của biến điận áp người ta dùng biến điện áp kiểu phân cấp (hình 14-4). Biến điện áp kiểu phân cấp bao gồm nhiều tầng lõi từ xếp chồng lên nhau, mà cuộn dây sơ cấp phân bố đều trên các lõi, còn cuộn dây thứ cấp chỉ ở trên lõi từ cuối cùng. Số tầng lõi từ phụ thuộc vào điện áp định mức 110kV có hai tầng, còn 220kV trở lên thì số tầng nhiều hơn.

Đối với điện áp 500kV và cao hơn người ta phân chia điện áp bằng tụ để lấy một phần điện áp cao rồi mới đưa vào biến điện áp (hình 14-5). Điện áp lấy trên C2 bằng khoảng 10-15kV, sau đó nhờ biến điện áp một pha hạ xuống điện áp thích hợp cho đo lường, rơle và tự động hóa. Để điện áp thứ cấp U2 không thay đổi theo phụ tải cần đặt thêm điện kháng P và bộ chống nhiễu N.

a) Sơ đồ nối dây của biến điện áp.

b) Hai biến điện áp (hình 14-6).

Sơ đồ BU chỉ cho phép đo điện áp dây (UAB, UBC) mà không đo được điện áp pha. Sơ đồ này dùng rộng rãi cho lưới có dòng chạm đất nhỏ và

khi phụ tải là là Óat kế và công tơ.

c) Biến điện áp ba pha năm trụ (Y0/Y0/) đã nêu công dụng khi mô tả cấu tạo ở trên.

d) Biến điện áp ba pha ba trụ nối Y/Y:

Dùng cho lưới có dòng chạm đất bé để cung cấp cho các dụng cụ đo lường điện áp dây không đòi hỏi cấp chính xác cao.

BIẾN DÒNG ĐIỆN (BI)

Hình 14-5:bộ phận chia điện áp bằng tụHình 14-6:Sơ đồ nối hai biến điện áp một phaHình 14-5. Bộ phận chia điện áp bằng tụ.Hình 14-6. Sơ đồ nối hai biến điện áp một pha.Công dụng và các thông số chính của BI

Biến dòng điện dùng để biến đổi dòng từ trị số lớn hơn xuống trị số thích hợp (thường là 5A, trường hợp đặc biệt là 1A hay 10A) với các dụng cụ đo và rơle, tự động hóa.

Cuộn dây sơ cấp của biến dòng có số vòng rất nhỏ, có khi chỉ một vài vòng, còn cuộn thứ cấp có số vòng nhiều hơn và luôn được nối đất đề phòng khi cách điện giữa sơ và thứ cấp bị chọc thủng thì không nguy hiểm cho dụng cụ phía thứ cấp và người phục vụ. Phụ tải thứ cấp của biến dòng điện rất nhỏ vì vậy có thể coi biến dòng luôn làm việc ở trạng thái ngắn mạch. Trong trường hợp không có tải phải nối đất cuộn thứ cấp để tránh quá điện áp cho nó.

Biến dòng điện bao gồm các thông số chính sau.

a) Hệ số biến đổi định mức

$K_{\text{âm}} = \frac{I_{1\text{âm}}}{I_{2\text{âm}}}$ trong đó I1đm và I2đm là dòng định mức sơ và thứ cấp tương ứng. Dòng sơ cấp được đo gần đúng nhờ BI: I1 KđmI2 : dòng đo được ở phía thứ cấp.

b) Sai số của biến dòng

Sơ đồ thay thế của biến dòng cho trên hình 14-7a. Theo sơ đồ thay thế có thể dựng được đồ thị véctơ của BI (hình 14-7b).

Trên (hình 14-7b) thấy rằng dòng thứ cấp tăng Kđm lần (tức là I’2) sai khác với dòng sơ cấp I1 cả về pha lẫn trị số. Sai số của biến dòng gồm hai thành phần: sai số dòng và sai số góc.

Sai số dòng:

$\mathit{\Delta} I = \frac{K_{\text{âm}}.I_2 - I_1}{I_1}$.100 (2-51)

Sai số góc 1 - góc lệch pha giữa I’2 và I1

Căn cứ vào đồ thị véctơ có thể xây dựng được biểu thức sai số. Ta có:

$\mathit{\Delta} I = \frac{\text{OC}-\text{OA}}{\text{OA}} \approx \frac{\text{CB}}{\text{OA}} = \frac{I_0}{I_1}\text{Sin}(\alpha + \psi)$

và $\delta_1 \approx \text{sin}\delta_1 = \frac{\text{AB}}{\text{OA}} = \frac{I_0}{I_1}\text{Sin}(\alpha + \psi)$.

Vậy: $\begin{array}{l} \mathit{\Delta} I = \frac{I_0}{I_1}\sin(\alpha + \psi) \\ \delta_1 = \frac{I_0}{I_1}\cos(\alpha + \psi). \end{array}$

SORRY, THIS MEDIA TYPE IS NOT SUPPORTED.

[missing_resource: graphics3.wmf]

Hình 14-7. Sơ đồ biến dòng; a) Sơ đồ thay thế; b) Đồ thị véctơ.

Hình 14-7:Sơ đồ biến dòng:a)Sơ đồ thay thế,b)Đồ thi véc tơ

Từ biểu thức trên ta thấy rằng sai số phụ thuộc vào tỉ số I0/I1, phụ tải thứ cấp và góc . Để giảm sai số của biến dòng người ta dùng thép kĩ

thuật điện tốt cho mạch từ và tăng số vòng dây thứ cấp.

1. Cấp chính xác cúa biến dòng

Cấp chính xác của biến dòng là sai số dòng lớn nhất khi nó làm việc trong các điều kiện: tần số 50Hz, phụ tải thứ cấp thay đổi từ 0,25 đến 1,2 định mức. Biến dòng có năm cấp chính xác: 0,2; 0,5; 1; 3 và 10.

BI cấp chính xác 0,2 dùng cho các đồng hồ mẫu; cấp 0,5 dùng cho công tơ điện, còn cấp 1 và 3 dùng cho đồng hồ để bảng; cấp 10 dùng cho các bộ truyền động của máy ngắt. Riêng đó với rơle, tùy theo yêu cầu của từng loại bảo vệ mà dùng cấp chính xác của BI cho thích hợp.

Phân loại cấu tạo

Biến dòng có hai loại chính: biến dòng kiểu xuyên và biến dòng kiểu đế.Hình 14-8:Biến dòng kiểu xuyêna)Sơ đồ nguyên lí; b)Biến dòng điện sơ cấp từ 600A trở nên;c)Biến dòng điện sơ cấp dưới 600A;d)Biến dòng điện dòng sơ cấp rất lớn; 1.Lõi thép,2.Cuộn dây thứ cấp, 3.Cuộn dây sơ cấp(thanh dẫn xuyên,4.Đầu nối của cuộn sơ cấp, 5.Vỏ cách điện

Biến dòng kiểu xuyên có cuộn dây sơ cấp là một thanh dẫn xuyên qua lõi từ, còn cuộn dây thứ cấp quấn trên lõi từ (hình 14-8a). Tùy theo dòng định mức sơ cấp mà thanh dẫn xuyên có hình dáng và thiết diện khác nhau, chẳng hạn trên hình 14-8b, nó có dạng thẳng, tiết diện to dùng cho dòng sơ cấp 600A trở lên, còn hình 14-8c thì nó cong, có tiết diện nhỏ hơn dùng cho dòng sơ cấp dưới 600A. khi dòng định mức sơ cấp lớn (6000 18000A) điện áp 20kV, cuộn dây sơ cấp là thanh dẫn hình máng (hình 14-8d). số lượng lõi từ và số lượng cuộn dây thứ cấp tùy thuộc vào công dụng từng loại. Trong biến dòng kiểu xuyên, các lõi và các cuộn dây thứ cấp được bọc trong nhựa cách điện êpôxy. Đối với TBPP ngoài trời, người ta dùng biến dòng kiểu đế, vỏ của nó bằng sứ, cách điện bên trong bằng giấy dầu (hình 14-9a). Trong thùng sứ chứa dầu, phía dưới thùng có hộp các đầu ra của các cuộn dây thứ cấp (thường có một số cuộn dây thứ cấp).

Khi điện áp cao, thực hiện cách điện giữa các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp gặp khó khăn. Vì vậy với cấp điện áp 330kV và cao hơn người ta dùng biến dòng kiểu phân cấp (hình 14-9b), mỗi cấp có lõi thép riêng.

Một vài kí hiệu của Liên xô (cũ) cho các biến dòng kể trên như sau: biến dòng kiểu xuyên T O -10 (dòng 600A và cao hơn), T -10 (dòng dưới 600A), T -205 (dòng 6000-18000A); biến dòng kiểu đế có: T H (một cấp), TPH (nhiều cấp).

Ngoài hai loại chính biến dòng kể trên còn có các loại biến dòng chuyên dùng khác như biến dòng thứ tự không, biến dòng bão hòa nhanh, biến dòng chuyên dùng cho bảo vệ so lệnh ngang của máy phát điện,...

Hình 14-9: Biến dòng kiểu đế:a)Một cấp,b)Phân cấp

Hệ thiết bị Scada
Phần này giới thiệu về công dụng, chức năng của hệ scada